



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)

จ้างปรับปรุงสายและท่อส่งน้ำ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน
โครงการบ้านเลตองคุ ตำบลแม่จัน อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก 1 โครงการ

กลุ่มดำเนินการและบำรุงรักษา กองพัฒนาพลังงานทดแทน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

จ้างปรับปรุงฝาย และแนวท่อส่งน้ำ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน
โครงการห้วยชมพู ตำบลท่าก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย 1 โครงการ

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
หมวดที่ 1 งานถางป่า ขุดต่อ และงานเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)	
1.1 ทัวไป	1-1
1.2 งานถางป่า ขุดต่อ (Site Clearing and Grubbing)	1-1
1.3 งานขุดเปิดหน้าดิน (Stripping)	1-1
1.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	1-2
หมวดที่ 2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)	
2.1 ทัวไป	2-1
2.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)	2-1
2.3 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	2-2
หมวดที่ 3 งานขุดดินและขุด (EXCAVATION)	
3.1 ทัวไป	3-1
3.2 วิธีการขุด	3-1
3.3 การแบ่งประเภทการขุด	3-2
3.3.1 งานขุดดิน	3-2
3.3.2 งานขุด-ระเบิดหินและงานดินขุดยาก	3-2
3.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน	3-2
3.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน	3-2
3.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน	3-3
3.4 การขุดรื้อย้ายอาคารเดิม	3-3
3.5 ความคลาดเคลื่อนในการขุด	3-3
3.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	3-3
หมวดที่ 4 งานถมบดอัด (FILL AND BACKFILL)	4-1
4.1 ทัวไป	4-1
4.2 คำจำกัดความ	4-1
4.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม (SOURCES OF FILL MATERIAL)	4-1

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ	4-1
4.5 การบดอัดดิน (COMPACTION)	4-2
4.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)	4-2
4.7 ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)	4-2
4.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน (TEST)	4-2
4.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น	4-3
4.10 การถมทรายบดอัดแน่น	4-3
4.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	4-3
หมวดที่ 5 งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)	
5.1 ทัวไป	5-1
5.2 คุณภาพคอนกรีต	5-1
5.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)	5-1
5.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต	5-1
5.2.3 ความเหลวของคอนกรีต	5-1
5.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต	5-2
5.2.5 การผสมคอนกรีต	5-5
5.2.6 การลำเลียงคอนกรีต	5-5
5.2.7 การเทคอนกรีต	5-6
5.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)	5-7
5.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ	5-7
5.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด	5-8
5.3 แบบหล่อคอนกรีต	5-9
5.3.1 ทัวไป	5-9
5.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ	5-9
5.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก	5-9
5.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ	5-9
5.3.5 การยึดแบบ	5-10
5.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน	5-10
5.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน	5-10
5.4.1 ทัวไป	5-10
5.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต	5-10
5.5 การซ่อมคอนกรีต	5-11
5.5.1 ทัวไป	5-11

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
5.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)	5-11
5.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)	5-11
5.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย MORTAR REPLACEMENT	5-12
5.5.5 การซ่อมด้วย EPOXY	5-12
5.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต	5-12
5.7 การบ่มคอนกรีต	5-12
5.7.1 การบ่มด้วยน้ำ	5-13
5.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต	5-13
5.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต	5-13
5.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)	5-13
5.8 รอยต่อคอนกรีต	5-14
5.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)	5-14
5.8.2 รอยต่อเหือด (CONTRACTION JOINT)	5-14
5.8.3 รอยต่อแผ่ขยาย (EXPANSION JOINT)	5-14
5.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต	5-15
5.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)	5-15
5.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ (JOINT SEALANT)	5-16
5.9.3 ELASTIC FILLER	5-16
5.9.4 Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)	5-16
5.10 คอนกรีตมวล (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทั้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.	5-17
5.11 การ GROUT คอนกรีต	5-17
5.12 BLOCKOUT	5-18
5.13 เหล็กเสริมคอนกรีต	5-18
5.13.1 ทั่วไป	5-18
5.13.2 คุณสมบัติ และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม	5-18
5.13.3 การตัด ตัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต	5-19
5.13.4 เหล็ก DOWEL	5-20
5.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต	5-20
5.14 การทดลองวัสดุก่อสร้าง	5-20
5.14.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม	5-20
5.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพทั่วไป	5-20

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
5.15	ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต	5-21
5.15.1	ทั่วไป	5-21
5.15.2	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต	5-21
5.15.3	ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม	5-22
5.16	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	5-22
หมวดที่ 6	งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น	
6.1	งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น	6-1
6.1.1	งานหินทิ้ง และหินเรียง	6-1
6.1.2	งานหินก่อ และหินเรียงยาแนว	6-2
6.1.3	งานวัสดุรองพื้น	6-2
หมวดที่ 7	งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์	
7.1	ทั่วไป	7-1
7.2	มาตรฐาน (STANDARDS)	7-1
7.3	คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็กและงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ (STEEL WORKS) และงานโลหะอื่นๆ	7-2
7.4	งานเหล็ก	7-2
7.4.1	การเตรียมงานเบื้องต้น	7-2
7.4.2	การเชื่อม (WELD CONNECTION)	7-3
7.4.3	การยึดด้วยน็อต (BOLT & NUT)	7-3
7.4.4	การประกอบในโรงงาน	7-3
7.4.5	การติดตั้ง	7-3
7.4.6	งานทาสี	7-4
7.5	งานอุปกรณ์ชลศาสตร์	7-6
7.5.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	7-6
7.5.2	มาตรฐาน	7-6
7.5.3	มาตรฐานคุณภาพวัสดุ	7-7
7.5.4	แรงเค้นใช้งาน	7-7
7.6	ฝีมือการผลิต (Workmanship)	7-8
7.6.1	ทั่วไป	7-8
7.6.2	การเชื่อมไฟฟ้า	7-8
7.6.3	เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ	7-9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.6.4 เหล็กหล่อ	7-9
7.6.5 การขึ้นเกลียว	7-9
7.6.6 การทาสีเคลือบผิว	7-9
7.7 Manhole	7-10
7.8 บานระบายและเครื่องก้วาน	7-10
7.9 ประตูน้ำ (Gate Valve)	7-13
7.9.1 ลักษณะทั่วไป	7-13
7.9.2 การเคลือบผิว	7-14
7.9.3 การทดสอบการผลิต (Production Testing)	7-14
7.9.4 ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง (Data to be Furnished)	7-15
7.9.5 การทำเครื่องหมาย (Markings)	7-15
7.9.6 การบรรจุหีบห่อ (Packing)	7-16
7.9.7 หนังสือรับรองและการรับประกัน (Affidavit of Compliance)	7-16
7.10 ประตูละบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve)	7-16
7.10.1 ลักษณะทั่วไป	7-16
7.10.2 การทดสอบ	7-16
7.10.3 การทำเครื่องหมาย	7-17
7.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	7-17
หมวดที่ 8 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)	
8.1 ท่อทั่วไป	8-1
8.2 มาตรฐาน (STANDARDS)	8-1
8.3 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)	8-2
8.4 วัสดุ (MATERIALS)	8-2
8.4.1 ท่อทั่วไป (GENERAL)	8-2
8.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก	8-2
8.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)	8-3
8.5.1 การม้วนท่อ (PIPE FORMING)	8-3
8.5.2 การเชื่อม (WELDING)	8-3
8.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม (Test of Production Welds)	8-6
8.6 การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)	8-6
8.6.1 ท่อทั่วไป (GENERAL)	8-6
8.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ (SURFACE CLEANING)	8-6
8.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก (INTERNAL COATING)	8-7

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
8.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ (EXTERNAL COATING)	8-7
8.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมท่อที่โครงการ	8-8
8.6.6 การเคลือบและทาสี EXPANSION JOINT (ถ้ามี)	8-8
8.7 การขนส่ง (TRANSPORTATION)	8-9
8.8 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK)	8-9
8.9 การซ่อมแซม (REPAIRS)	8-10
8.10 การตรวจสอบและทดสอบ (INSPECTION AND TESTING)	8-10
8.10.1 ทั่วไป (GENERAL)	8-10
8.10.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน	8-12
8.10.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ	8-13
8.10.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ	8-15
8.10.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง	8-15
8.11 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)	8-15
หมวดที่ 9 งานท่อพีวีซี (PVC PIPE)	
9.1 ทั่วไป	9-1
9.2 คุณสมบัติของท่อพีวีซี	9-1
9.2.1 คุณสมบัติทั่วไป	9-1
9.2.2 ขนาดและมิติ	9-1
9.3 อุปกรณ์ท่อ	9-2
9.4 การทดสอบท่อ	9-3
9.5 การวางท่อพีวีซี	9-3
9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	9-5

หมวดที่ 1

งานถางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)

1.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ ประกอบด้วย งานถางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน เพื่อประโยชน์ในการก่อสร้างงานถาวร เช่น ถนน อาคาร เป็นต้น ซึ่งได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ ตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

1.2 งานถางป่า ขุดต่อ (Site Clearing and Grubbing)

ผู้รับจ้างจะต้องตัดโค่นต้นไม้ พุ่มไม้ ขุดถอนตอไม้ รวมทั้งรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้าง ภายในขอบเขตพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งตัวอาคาร หรือโครงสร้างตามแบบแล้วนำไปทิ้งหรือทำลายตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

ผู้รับจ้างจะต้องโค่นหรือตัดถอนต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงตัวอาคารหรือโครงสร้าง และอยู่ในระยะที่อาจโค่นล้มลง ทำความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างได้ ตามคำสั่งหรือความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ห้ามผู้รับจ้างทำการตัดโค่นต้นไม้ที่ระบุหรือแสดงเครื่องหมายมิให้ตัดโค่น รวมทั้งต้นไม้ที่อยู่นอกเขตหรือบริเวณดังกล่าว

1.3 งานขุดเปิดหน้าดิน (Stripping)

เมื่อผู้รับจ้างจะทำการถมดิน เพื่อใช้เป็นฐานรากของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดเปิดหน้าดินที่มีอินทรีย์วัตถุ และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมด เช่น รากไม้ รากหญ้า และวัชพืชต่างๆ ที่ทับถมกันอยู่ วัสดุเหล่านี้จะต้องขนย้ายออก และนำไปทิ้งตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้ พร้อมทั้งปรับเกลี่ยบริเวณที่ทิ้งดินให้เรียบร้อย ส่วนความหนาของงานขุดเปิดหน้าดินนี้ให้มีความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ กรณีไม่ได้กำหนดไว้ในแบบให้เปิดหน้าดินหนาไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้กำหนดในสนาม

1.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานถางป่า ขุดต่อ ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงกันได้ไว้ในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานถางป่า ขุดต่อ สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อยืมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

(2) งานขุดเปิดหน้าดิน ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงกันได้ไว้ในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานขุดเปิดหน้าดิน สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อยืมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

หมวดที่ 2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)

2.1 หัวใจ

งานในหมวดนี้ผู้รับจ้างอาจจะต้องทำทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ เพื่อก่อสร้างอาคารถาวร เช่น อาคารฝายทดน้ำ เนื่องจากอาคารก่อสร้างขวางลำน้ำ ทำหน้าที่กั้นระดับน้ำให้ไหลเข้าท่อชักน้ำ และมีอาคารระบายทรายและท่อระบายน้ำลงลำน้ำเดิมตลอดเวลา ซึ่งขณะก่อสร้างจะต้องกันน้ำเพื่อทำบ่อก่อสร้าง และสูบน้ำให้แห้งก่อนจึงจะทำการก่อสร้างได้ในช่วงฤดูแล้ง งานอาคารดังกล่าวข้างต้นเป็นงานอาคารที่ก่อสร้างในลำน้ำ ทำให้ในการก่อสร้างอาคารต้องมีแผนงานผันน้ำเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับผู้ใช้ลำน้ำด้านท้าย แนวทางการผันน้ำสามารถกระทำได้โดยเริ่มก่อสร้างอาคารฝายในช่วงที่เป็นช่องระบายทรายและระบายน้ำลงลำน้ำเดิม จะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จโดยเร็วภายในแล้งเดียว เพื่อใช้เป็นอาคารผันน้ำและระบายน้ำในช่วงน้ำหลากในปีต่อไป แนวทางการผันน้ำข้างต้นเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้นผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้

2.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)

ในการก่อสร้างอาคารระบายท้ายน้ำ อาจจะต้องก่อสร้างอยู่ในร่องน้ำเดิมที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้รับจ้างอาจจะต้องทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวปิดกั้น เพื่อผันน้ำให้ออกจากบ่อก่อสร้าง แล้วทำการสูบน้ำในบ่อก่อสร้างให้แห้ง จึงจะทำการก่อสร้างได้ ก่อนที่จะทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวและสูบน้ำออกจากบ่อก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้ การที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบแล้วนั้น ให้ถือว่าเป็นคำแนะนำเท่านั้น ถ้าเกิดความเสียหายขึ้น อันเนื่องมาจากทำนบชั่วคราวไม่สามารถป้องกันน้ำได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างไม่มีสิทธิ์ที่จะเรียกร้องค่าเสียหายประการใดได้ เมื่อทำการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการรื้อถอนทำนบดินชั่วคราวให้หมด และนำวัสดุขนย้ายไปทิ้ง ณ ตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้

2.3 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานก่อสร้างทำนบชั่วคราวให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบ งานก่อสร้างและซ่อมแซมทำนบชั่วคราวระหว่างใช้งานและงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% ของงานทำนบดินชั่วคราวเมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างทำนบชั่วคราวแล้วเสร็จและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และจะจ่ายให้ 10% ของงานดังกล่าวเป็นค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% ของงานจะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารระบายท้ายน้ำที่เกี่ยวข้อง

(2) การวัดงานสูบน้ำให้วัดปริมาณเป็นเหมาจ่าย ซึ่งค่าใช้จ่ายประกอบด้วยค่างานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบการสูบน้ำและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 60% ของงานสูบน้ำที่ตรวจวัดปริมาณที่สูบได้และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และจะจ่ายให้ 10% ของงานสูบน้ำที่ตรวจวัดปริมาณที่สูบได้ทั้งหมดเป็นค่ารื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการสูบน้ำ ส่วนที่เหลืออีก 30% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในงานก่อสร้างอาคารฝายและอาคารประกอบที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 3

งานขุดดินและขุด (EXCAVATION)

3.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานขุดดิน ขุดหินผุ และงานขุด-ระเบิดหิน สำหรับการก่อสร้างของอาคารต่าง ๆ เช่น งานบ่อก่อสร้าง งานวางท่อ งานตัดคันทาง ตัดไหล่เขา และร่องน้ำ เป็นต้น ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ

3.2 วิธีการขุด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

(2) ในกรณีที่แบบไม่ได้กำหนดแนวเส้นขอบเขตการขุดไว้ ถ้าเป็นการขุดดินให้ใช้ลาด 1:1.5 (ตั้ง:ราบ) ถ้าเป็นการขุดหินผุให้ใช้ลาด 1:1 (ตั้ง:ราบ) และถ้าเป็นการขุดหินให้ใช้ลาด 1:0.5 (ตั้ง:ราบ) ตามที่ระบุในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดในสนาม

(3) ในกรณีที่วัสดุอยู่นอกขอบเขตแนวการขุดที่กำหนดในแบบ เช่น หินหลวม หินแยก หรือ วัสดุอื่นที่หลวม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหลได้ ผู้รับจ้างต้องทำการขุดออก ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้าง การขุดในกรณีนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้พิจารณากำหนดในสนาม

(4) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากอาคารโครงสร้าง ถ้าในแบบก่อสร้างไม่ได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดเผื่อออกไปจากแนวอาคารที่กำหนดอย่างน้อยข้างละ 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น

(5) ในกรณีที่พื้นดินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่ได้กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนใดของหินโผล่ยื่นเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม

(6) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการขุดของผู้รับจ้างและความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

(7) พื้นด้านล่างและด้านลาดของการขุดส่วนที่ติดกับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้างานขุดจะต้องเตรียมการปรับแต่งให้เรียบและทำการรองพื้นด้วยคอนกรีตหยาบและ Shot Crete บริเวณลาดด้านข้างตามที่ระบุไว้ในแบบ ในบริเวณงานขุดที่เกิดความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซมปรับแต่งให้มีความมั่นคงเพื่อทำงานคอนกรีตได้ โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

3.3 การแบ่งประเภทงานขุด

การขุดโดยทั่วไปให้จัดแบ่งประเภทตามชนิดของวัสดุที่จะต้องขุดและลักษณะ หรือตำแหน่งของบริเวณที่ขุดดังต่อไปนี้

3.3.1 งานขุดดิน

หมายถึง งานขุดดินธรรมดาทั้งหมด นอกเหนือจากงานที่จัดประเภทเป็นงานขุด-ระเบิดหิน โดยจะต้องทำการขุดขนย้ายดินออกจากบริเวณฐานรากอาคาร รวมทั้งบริเวณร่องระบายน้ำ และส่วนประกอบอื่นๆ ของอาคารดังกล่าว ตามที่กำหนดไว้ในแบบของอาคารแต่ละแห่ง หรือตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานของผู้อำนาจพิจารณาเห็นชอบ

3.3.2 งานขุดและงานดินขุดยาก

การแบ่งลักษณะ “หิน” จะแบ่งตามลักษณะชั้นหิน โดยถือวิธีการขุดเป็นเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(1) หินผุ อาจเป็นดินดาน ดินลูกรัง หรือหินผุ ที่มีค่า Blow Count ไม่น้อยกว่า 30 ($N > 30$) ขึ้นไปจนถึงความแข็งของชั้นหินแข็ง หินผุดังกล่าวจะทำการขุดขนย้ายด้วยเครื่องจักรที่เหมาะสมโดยถือเป็นงานดินขุดยาก

(2) หินชั้น หมายถึง Sound Rock ที่มีความแข็ง (Hardness) จนไม่สามารถทำให้หลวมตัว หรือเคลื่อนย้ายโดยการใช้เครื่องจักรกลตามขนาดต่อไปนี้

- Power Shovel ขนาด 0.75 ลูกบาศก์หลา
- Single Ripper Coupled with Tractor ขนาด 230 แรงม้า

(3) หินก้อน (BOULDER) หมายถึง หินลอยเป็นก้อน ซึ่งมีขนาดโตตั้งแต่ 1.00 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป ในกรณีหินชั้น หรือหินก้อน ซึ่งไม่สามารถทำให้สลายตัว หรือเคลื่อนย้ายด้วยวิธีการดังกล่าวได้ให้ทำการขุดโดยการใช้วัตถุระเบิดและจัดเป็นงานขุดระเบิดหิน

3.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน

หมายถึง การขุด สกัด เศษหิน หินผุ หรือวัสดุอื่นๆ ออกจากรอยต่อระหว่างหิน รอยแตก โพรงหรือช่องว่างระหว่างหินก้อน ในส่วนที่อยู่ต่ำกว่าแนวระดับการขุดที่กำหนดในแบบ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร รวมถึงงานขุดหินเป็นร่องเพื่อการระบายน้ำ

3.3.4 งานขุดจากปอยืมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการถมบดอัดแน่น

3.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน

หมายถึง การขุด-ระเบิด ขนย้ายหินจากแหล่งหิน เพื่อใช้ในงานหินทิ้ง หินเรียง และอื่นๆ

3.4 การขุดรื้อย้ายอาคารเดิม

ผู้รับจ้างต้องทำการรื้อย้ายอาคารเดิมตามที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยการรื้อย้ายอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตตาด บานหรือประตูระบายน้ำ และวัสดุป้องกันการกัดเซาะ วัสดุที่ได้จากการขุด รื้อ ที่ผู้ว่าจ้างต้องการให้เก็บรักษาไว้ ผู้รับจ้างต้องนำไปเก็บไว้ยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ส่วนวัสดุที่ได้จากการขุด รื้อ และทำลาย ต้องนำไปทิ้งยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเช่นกัน และให้ผู้รับจ้างปรับคืนสภาพเดิม หรือถมดินกลับเพื่อเตรียมงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องในลำดับต่อไป

3.5 ความคลาดเคลื่อนในการขุด

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการขุด ได้ดังต่อไปนี้

- | | | |
|---------------|----------|-----------|
| (1) งานขุดดิน | | |
| - แนวราบ | ± 3 | เซนติเมตร |
| - แนวลาด | ± 5 | เซนติเมตร |
| (2) งานขุดหิน | | |
| - แนวราบ | ± 5 | เซนติเมตร |
| - แนวลาด | ± 10 | เซนติเมตร |

3.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานขุดดินให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

สำหรับงานขุดดินจากบ่อยืมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบ่ออัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

(2) งานขุดหินหรือดินขุดยากให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(3) งานขุด - ระเบิดหิน ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว ในกรณีที่ทำงานในบางพื้นที่โดยไม่ได้ทำการถางป่า ขุดต่อ แต่ได้ทำงานขุด - ระเบิดหินอย่างเดียว ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาการจ่ายเงินในรายการถางป่า ขุดต่อให้

สำหรับงานขุดหินจากแหล่งหินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้าง คิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานหินทั้ง หินเรียง หินเรียงยาแนวและหินก่อที่เกี่ยวข้อง รวมถึงงานปู Gabion

(4) งานขุดหินร่องระบายน้ำให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวม การจัดหาเครื่องมือสำหรับขุด สกัดหิน ค่าวัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(5) งานดินขุดด้วยแรงคนให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการ จัดหาเครื่องมือสำหรับขุดดิน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(6) งานขุดรื้อย้ายอาคารเดิมให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการ จัดหาเครื่องมือสำหรับขุดรื้อถอน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

หมวดที่ 4

งานถมบดอัด (FILL AND BACKILL)

4.1 หัวใจ

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณอาคาร ฐานราก ถนน บริเวณรอบท่อ เป็นต้น ให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

4.2 คำจำกัดความ

(1) งานถมกลับบดอัดแน่น (BACK FILL) หมายถึง ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้าง และเมื่อทำการก่อสร้างอาคารเสร็จแล้วทำการถมบดอัดดินรอบๆ อาคาร โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างอาคารนั้น หรือ จากงานบ่อก่อสร้างอาคารอื่นที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) งานปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ (FOUNDATION SURFACES) หมายถึง การปรับปรุงผิวดินที่จะถมชั้นต่อไป หรือปรับปรุงผิวดินที่รองรับอาคารให้สามารถรับน้ำหนักได้

(3) งานดินถม (EMBANKMENT) หมายถึง ดินที่ใช้ถมเป็นถนน คันดิน โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อถมดินที่กำหนดไว้ในแบบ

(4) งานดินถมปรับระดับ หมายถึง ดินที่ใช้ถมปรับระดับบริเวณอาคารเป็นพื้นผิวราบ โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อถมดินที่กำหนดไว้ในแบบ หรือใช้หน้าดินจากงานขุดเปิดหน้าดินมาถมปรับระดับบริเวณพื้นที่งานจัดภูมิทัศน์

4.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม (SOURCES OF FILL MATERIAL)

ดินที่จะนำมาใช้ถมถนน คันดิน ถมรอบบริเวณอาคารและดินของงานถมกลับ จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้าง จากบ่อถมดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

4.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

ก่อนที่จะทำการถมดินถนน คันดิน ทำการเรียงหิน หรือเทคอนกรีต จะต้องขนย้ายเอาผิวดินและอินทรีย์วัตถุออกให้หมดแล้วตกแต่งผิวดินที่จะถมดิน เรียงหิน หรือเทคอนกรีตให้สะอาดเรียบร้อย ได้ความชื้น และความแน่น ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร ทำการขุดหรือถมดินบดอัดแน่นให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ในกรณีที่จำเป็นต้องถมบดอัดแน่นบริเวณที่แคบ หรือบริเวณรอบๆ อาคาร ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือเล็ก เช่น PLATE VIBRATOR, TAMPING ฯลฯ ในการบดอัดแน่น

4.5 การบดอัดดิน (COMPACTION)

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นขึ้นต่อไป จะต้องปฏิบัติดังนี้

(1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำการให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ แล้วทำการบดอัด

(2) ความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้

(ก) เมื่อใช้ลูกกลิ้งดินเกาะ ดินแต่ละชั้นต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของดินเกาะ หรือหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร แล้วแต่อย่างไหนจะน้อยกว่ากัน

(ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร

(ค) การใช้เครื่องจักรอื่นๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดิน แต่ละชั้น เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(3) การบดในชั้นหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด

(4) การบดอัดแน่นโดยรอบอาคาร การถม และบดอัดจะต้องทำให้รอบตัวอาคารให้ได้ความสูงเท่ากันทุกครั้ง และจะต้องให้ความระมัดระวังทุกประการ เพื่อป้องกันการเสียหาย หรือเกิดการเคลื่อนย้ายของตัวอาคาร

4.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)

ความชื้นที่มีอยู่ในดินก่อนหรือระหว่างบดอัดดินแต่ละชั้น จะต้องมีความชื้นไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จากจุด OPTIMUM MOISTURE CONTENT ถ้ามากหรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดนี้ จะไม่ยอมให้บดอัด นอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน หรือจนกว่าจะทำให้ดินนั้นเปียกหรือปล่อยให้แห้งให้ได้ตามความต้องการเสียก่อน

4.7 ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)

ความแน่นของดินถมบดอัดแน่นแต่ละชั้น เมื่อทำการทดสอบความแน่นด้วยวิธี STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST ASTM-D-698 METHOD A แล้วจะต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่า 95 % ของความหนาแน่นสูงสุดตามวิธีการทดสอบ AASHTO T99 หรือที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ยกเว้นงานทำนบดินชั่วคราวจะต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่า 85 % ของความหนาแน่นสูงสุดตามวิธีการทดสอบ AASHTO T99

4.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน (TEST)

วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะตรวจสอบความแน่นของดินที่อัดแล้วในสนาม ตามหลักวิชาการที่เห็นสมควร จำนวนความถี่ (FREQUENCY OF DENSITY TESTING) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลพินิจ ของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มาตรวจสอบ

4.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการถมดินได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- | | |
|---|----------|
| 1. ความคลาดเคลื่อนทางระดับ (ELEVATION) | + 2 ซม. |
| 2. ความคลาดเคลื่อนทางด้านข้าง (CROSS SLOPE) | + 2 ซม. |
| 3. ความคลาดเคลื่อนทางด้านยาว (LONGITUDINAL SLOPE) | + 10 ซม. |

4.10 การถมทรายบดอัดแน่น

การถมทรายบดอัดแน่นรอบๆ อาคาร งานรองพื้น หรืองานอื่นใดที่กำหนดในแบบก่อสร้างจะต้องเป็นวัสดุที่สะอาดปราศจากวัสดุที่ย่อยสลายได้เจือปน วัสดุที่เจือปนจะมีขนาดไม่โตเกินไป และจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและประเภทของงาน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้บดอัดทราย ความหนาของชั้นทรายที่บดอัดและความชื้นจะต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการ และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งาน การถมบดอัดทรายเป็นชั้นๆ ให้สูงเสมอกันขึ้นไป จนถึงระดับที่กำหนดไว้

4.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานถมวัสดุบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดด้วยเครื่องจักร รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(2) การวัดงานถมวัสดุกลับบดอัดแน่นข้างอาคาร ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดแน่นด้วยเครื่องมือเบา รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(3) การวัดงานถมวัสดุกลับบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยเครื่องจักร รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(4) การวัดงานถมวัสดุกลับบดอัดแน่นด้วยแรงคน ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยแรงคน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

หมวดที่ 5 งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)

5.1 ทัวไป

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีต อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ซึ่งได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว คอนกรีตนั้นไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือไม่ก็ตามและอาจจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE) หรือไม่ก็ตาม จะต้องก่อสร้างตามข้อกำหนด (SPECIFICATION) นี้ทุกประการ โดยให้ได้แนวได้ระดับ ได้ลำดับชั้น (GRADES) ได้ขนาดตรงกันกับแบบก่อสร้าง และตรงตามความต้องการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอนกรีตดังกล่าวนั้นจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุหยาบ (หินย่อยหรือกรวด) วัสดุละเอียด (ทราย) และอาจจะรวมถึงน้ำยาผสมคอนกรีต

5.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติการดำเนินงานกับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปนี้เป็น ข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

5.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหาอัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES) ขึ้นให้ตรงกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้ระบุกำลังกด (COMPRESSIVE STRENGTH) ไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว และต้องเสนอต่อวิศวกรผู้ควบคุมการก่อสร้างเพื่ออนุมัติ

5.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต

วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตตามข้อ 5.2.1 นั้น ต้องเป็นวัสดุเช่นเดียวกันกับวัสดุที่จะใช้งานจริง ซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว ณ บริเวณก่อสร้าง

5.2.3 ความเหลวของคอนกรีต

ต้องเหมาะสมกับลักษณะงาน ความเหลวของคอนกรีตวัดได้จากการยุบตัว (SLUMP) ซึ่งอยู่ระหว่าง 5 - 9 ซม. แต่ไม่เกิน 9 ซม. การตรวจสอบการยุบตัว (SLUMP TEST) ให้ปฏิบัติตาม ASTM C143 ในกรณีต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต(ADMIXTURES) ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และต้องส่งตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้เพื่อเป็นการเพิ่มพองอากาศให้กับคอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดพองอากาศ (AIR METER) ไว้ด้วย

5.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

(1) ปูนซีเมนต์

(ก) ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PORTLAND CEMENT) ประเภทหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ครั้งล่าสุด การใช้ปูนซีเมนต์ประเภทอื่น เช่น สอง สาม หรือห้า ต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ปูนซีเมนต์ใหม่ และไม่หมดอายุใช้งาน ไม่เสื่อมคุณภาพ ไม่เปื่อยขึ้น โดยนับอายุตั้งแต่ออกจากโรงงานไม่เกิน 1 เดือน ในฤดูฝน และไม่เกิน 3 เดือน ในฤดูแล้ง

(ค) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(ง) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยาที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้อยคุณภาพ

(จ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(2) หินย่อย (วัสดุละเอียด)

(ก) ต้องเป็นทรายน้ำจืด และเป็นทรายหยาบ มีลำดับขนาดดี (WELL GRADE) โดยยอมให้ขนาดโตกว่ารูตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5 % และขนาดเล็กกว่าลดหลั่นลงไปถึงขนาดเล็กสุดที่ผ่านมาตะแกรงเบอร์ 100 ได้ไม่เกิน 10 % แต่ต้องไม่มีตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เกินกว่า 3 %

(ข) ต้องสะอาดและปราศจากวัตถุอื่นๆ และมีสารอินทรีย์เจือปนได้ไม่เกินเกณฑ์กำหนดจากผลการทดลองด้วยวิธีแซในน้ำยาไฮเดรียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 3% ซึ่งการทดลองนั้นต้องปรากฏสีอ่อน สีมาตรฐานเบอร์ 3

(ค) ไม่มีวัสดุอ่อนมาก เช่นดินเหนียว และวัสดุกรอบร่วนเจือปนอนุโลมให้ได้ ไม่เกิน 1% ตามวิธีทดลองของ ASTM-C-142

(ง) ค่าพิกัดความละเอียด (Finesse modulus) ต้องไม่น้อยกว่า 2.3 และไม่มากกว่า 3.1

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้ทรายมีความชื้นเพิ่มขึ้น

(3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องมือหินหรือย่อยด้วยค้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนเรียวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือส่วนเฉลี่ยมากสุดทางด้านเรียวยาวไม่มากกว่า 5 เท่าของส่วนเฉลี่ยน้อยสุดทางด้านแบน

(ค) ขนาดหินย่อยและกรวดต้องพิจารณาเลือกใช้ขนาดให้เหมาะสมกับลักษณะของอาคารและความหนาแน่นของเหล็กเสริม เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน ตามกรรมวิธีของงานคอนกรีต ซึ่งจะไปสู่เป้าหมายให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพวัสดุหยาบใหญ่สุด 3 นิ้ว จะใช้งานคอนกรีตล้วน และกับส่วนอาคารที่มีความหนามากกว่า 50 ซม. วัสดุหยาบใหญ่สุด 1.5 นิ้ว จะใช้กับส่วนของอาคารที่มีความหนาตั้งแต่ 20 ซม.

ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่า 20 ซม. ควรใช้วัสดุหยาบขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดก็ตามต้องมีลำดับ
ขนาดดี (WELL GRADE) ตามเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 1

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4" เล็กสุด เท่ากับตะแกรงเบอร์ 4)

ขนาดตะแกรง (มาตรฐานอเมริกัน)	% ของส่วนที่ผ่านตะแกรง (โดยน้ำหนัก)
1"	100
3/4"	90-100
3/8"	22-55
NO. 4	0-10
NO. 8	0-5

ขนาดและลำดับขนาดหินย่อยเบอร์ 2

(ขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 1 1/2" เล็กสุด 3/4")

ขนาดตะแกรง (มาตรฐานอเมริกา)	% ของส่วนที่ผ่านตะแกรง (โดยน้ำหนัก)
2 "	100
1 1/2 "	90-100
1 "	20-55
3/4 "	0-15
3/8 "	0-5

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 3

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 2 1/2 " เล็กสุด 1 1/2 ")

ขนาดตะแกรง (มาตรฐานอเมริกัน)	% ของส่วนที่ผ่านตะแกรง (โดยน้ำหนัก)
3 "	100
2 1/2 "	90-100
2 "	35-70
1 1/2 "	0-15
3/4 "	0-5

ขนาดและลำดับขนาดของกรวด

- ขนาดใหญ่สุดของกรวดต้องค้ำตะแกรง 1 1/2 " ไม่เกิน 5 % และมีขนาดเล็กกลดหล่น ลงไปจนถึงขนาดเล็กที่สุดเท่ากับตะแกรงเบอร์ 4 และยอมให้ ลอดตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5 %
- หินย่อยต้องมีคุณสมบัติแข็งแรง แน่น สะอาด ไม่มีสะเก็ดหินผุเจือปน ไม่เปราะเปื้อน และมีฝุ่นมากเกินไป ไม่มีวัตถุอื่นๆ ปนอยู่ แต่อนุโลมให้ใช้ได้ เมื่อได้เกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ฝุ่นและฝุ่นผ่านตะแกรงเบอร์ 200	1.5
วัสดุอ่อนมาก ASTM C-142	0.25
วัสดุอ่อนอื่น ASTM C851	5
การขัดสี (RESISTANCE TO ABRASION) ASTM C-131	50
ความมั่นคง (SOUNDNESS) ASTM C-88	12

- ในกรณีที่ใช้กรวด ให้อนุโลมเกณฑ์กำหนดต่างๆ เช่นเดียวกับหินย่อย
- ไม่ยอมให้ใช้กรวดผสมหินย่อยเป็นส่วนผสมของคอนกรีต
- การเก็บและกองหินย่อย ต้องเก็บและกองไว้บนพื้นแข็งราบเรียบสูงกว่าบริเวณรอบด้าน พร้อมทั้งจะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อเป็นมาตรการป้องกัน การเปราะเปื้อน และอาจจะมีวัตถุอื่นเข้าไปเจือปน หินย่อยแต่ละขนาดตามเบอร์ ต้องแยกการเก็บกองไม่ให้ปนกัน
- การเก็บและกองกรวดให้อนุโลมตามวิธีของหินย่อย

(4) น้ำ

น้ำที่ใช้เพื่อผสมคอนกรีต รวมทั้งน้ำที่ใช้ล้างหินหรือทราย จะต้องเป็นน้ำใสสะอาดไม่มีสารต่างๆ ต่อบนนี้เจือปนอยู่ เช่น น้ำมัน เกลือ ต่าง ตะกอนสารอินทรีย์ หรือวัตถุใดๆที่เป็นอันตราย (DELETERIOUS SUBSTANCE)

(5) น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE)

ในกรณีที่มีความต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตกับงานคอนกรีต ต้องเสนอขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างล่วงหน้าก่อนในเวลาอันสมควร พร้อมกับส่งตัวอย่างน้ำยานั้นๆ เพื่อพิจารณาเห็นชอบ การใช้น้ำยาผสมคอนกรีตแต่ละชนิดต้องพิจารณาตามความเหมาะสม ของลักษณะงานและเมื่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นควรต้องใช้ เพื่อให้มีความสามารถทำงานได้ (WORKABILITY) ง่ายกับงานคอนกรีตนั้น น้ำยาผสมคอนกรีตทุกชนิด ต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM ดังต่อไปนี้

(ก) AIR ENTRAINING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มฟองอากาศในคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-260

(ข) WATER REDUCING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีต สำหรับลดปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตมีความสม่ำเสมอตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

(ค) SET RETARDING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตสำหรับหน่วงเวลาการแข็งตัวของคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

5.2.5 การผสมคอนกรีต

- (1) วัสดุต่าง ๆ สำหรับผสมคอนกรีต
ต้องจัดเตรียมวัสดุต่าง ๆ สำหรับผสมคอนกรีตให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงานคอนกรีตได้ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา
- (2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต
 - (ก) บรรดาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือและสิ่งจำเป็นทั้งหมดที่จะนำเข้าไปใช้ในการผสมคอนกรีตต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่จะทำงานได้ดี
 - (ข) ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตรให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด
 - (ค) เครื่องผสมคอนกรีต (CONCRETE MIXER) จะต้องเป็นแบบ DRUM TYPE ที่มีประสิทธิภาพและขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิต หิน ทราย ซีเมนต์และน้ำให้คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้และเมื่อเทคอนกรีตออกจากเครื่องผสมแล้ว ส่วนผสมจะต้องไม่แยกตัวออกจากคอนกรีต (SEGREGATION)
- (3) อัตราส่วนผสมและการผสม
 - (ก) อัตราส่วนผสมของวัสดุ เช่น หิน ทราย ปูนซีเมนต์ น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีตต้องใช้วัสดุตามอัตราส่วน ให้ตรงกับความต้องการของงานแต่ละประเภท ในหัวข้อ 5.2.1
 - (ข) วัสดุที่ใช้ผสม เช่น หิน ทราย และปูนซีเมนต์ ต้องให้ได้สัดส่วน โดยการชั่งน้ำหนัก นอกจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยอมให้วัดปริมาตรจากการเทียบหาสัดส่วนจากน้ำหนักของวัสดุนั้น ๆ
 - (ค) ปริมาณและระยะเวลาการผสม (เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยินยอมหรืออนุมัติเป็นอย่างอื่น) คอนกรีตแต่ละครั้งจะไม่เกินปริมาตรและระยะเวลาไม่น้อยกว่าความสามารถของเครื่องผสมที่ผู้ผลิตได้ระบุไว้ เวลาการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดโดยการทดลองดูผลของการทำงานของเครื่องผสมคอนกรีต ณ ที่นั้น

5.2.6 การลำเลียงคอนกรีต

วิธี เครื่องมือ และเวลาในการลำเลียงคอนกรีตไปเทยังที่ ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมแยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

5.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้อง และให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ว่าผู้รับจ้างพื้นความรับผิดชอบต่อความเสียหายใด ๆ

(2) ต้องเตรียมพื้นที่ที่เป็นผิวสัมผัสกับคอนกรีตให้สะอาดปราศจากน้ำโคลน เศษไม้ น้ำมัน วัสดุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์และพื้นผิวหน้าที่สามารถดูดน้ำจากคอนกรีตได้จะต้องทำให้ชื้นโดยตลอด จนไม่สามารถดูดน้ำจากคอนกรีตได้ เช่น การทำให้ชื้นจนอิ่มตัว และรักษาความชื้นนั้นไว้จนกว่าจะได้เทคอนกรีตทับลงไป

(3) ก่อนการเทคอนกรีตใหม่ต่อกับคอนกรีตเก่าที่ได้กำหนดให้เป็นรอยต่อเพื่อการก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ต้องทำรอยต่อนั้น ชรุขระ สะอาด ชื่น และแล้วใช้ส่วนผสมปูน-ทราย-น้ำ เหมือนส่วนผสมคอนกรีตที่คลุกเคล้ากันดีแล้ว เทลงไปปิดรอยต่อให้มีความหนา 1 ซม. จึงเทคอนกรีตใหม่ตามลงไป การปฏิบัติการเทคอนกรีตบนผิวหน้าที่เป็นหินให้ใช้วิธีการเช่นเดียวกัน

(4) ระยะเวลาเทคอนกรีตต้องไม่เกิน 30 นาที นับตั้งแต่การผสมเสร็จแล้ว และนำไปเทลงในแบบหล่อคอนกรีต ถ้าใช้ SET RETARDING ADMIXTURE จะต้องไม่เกิน 1 ชม.

(5) การเทคอนกรีตบนผิวหน้าเป็นหินและรอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ให้ใช้ปูนทรายมีอัตราส่วนผสมเหมือนคอนกรีตและมีความเหลวพอเหมาะกับการทำงาน เมื่อผสมปูน-ทราย-น้ำ เข้ากันดีแล้วให้เทลงไปก่อนทันที โดยให้มีความหนา 1 ซม. แล้วจึงเทคอนกรีตทับลงไป

(6) ระยะทางเทคอนกรีตทางตั้งต้องไม่เกิน 150 ซม. และใช้วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง เพื่อไม่เกิด SEGREGATION และเกิดการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริม

(7) จะไม่มีการเทคอนกรีตถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีความเห็นว่าจะเกิดความเสียหาย เนื่องจากเหตุการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศหรือคาดว่าจะการปฏิบัติงานนั้นจะไม่สำเร็จลุล่วงไปตามปริมาณงานคอนกรีตที่กำหนดไว้ (SCHEDULED VOLUME)

(8) การเทคอนกรีตสำหรับส่วนต่างๆ ของอาคารต้องเทให้แล้วเสร็จในครั้งเดียวกันตลอดส่วนของอาคาร เว้นแต่ในส่วนนั้นกำหนดไว้เป็นรอยต่อคอนกรีต (CONCRETE JOINT) หรือได้รับคำสั่งจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ถ้าในกรณีเป็นเหตุการณ์ฉุกเฉินที่ไม่สามารถเทคอนกรีตติดต่อกันได้ และมีความจำเป็นต้องหยุดเทในกรณีเช่นนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจจะเป็นผู้สั่งและกำหนดตอนใดให้เป็นรอยต่อการก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

(9) การเทคอนกรีตบนพื้นเอียงที่ไม่แบบหล่อคอนกรีตต้องเทคอนกรีตจากส่วนล่างสุดไปหาตอนบน ถ้าใช้แบบหล่อคอนกรีตชนิดเลื่อนได้ (SLIP FORM SCREEN) ต้องเทคอนกรีตล้นหน้าแบบเลื่อนขึ้นไปก่อนประมาณ 75 ซม. และทำคอนกรีตให้แน่นด้วยเครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่ม (IMMERSION TYPE VIBRATOR) จุ่มที่คอนกรีตเหนือแบบเลื่อนนั้น

(10) ไม่ว่ากรณีใดๆ จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่ที่มีน้ำหรือเทได้น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษ นอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว

(11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้าตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

5.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)

(1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเปียกกันแน่น

(2) การทำให้เนื้อคอนกรีตมีเนื้อแน่นต้องใช้เครื่องเขย่า (VIBRATOR) ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (IMMERSION - TYPE VIBRATOR) กับชนิดติดกับแบบหล่อ (FORM VIBRATOR) ถ้าเป็นชนิดหัวจุ่มต้องมีความถี่ของการสั่น (OSCILLATION FREQUENCY) อย่างน้อย 7,000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต ถ้าเป็นชนิดติดกับแบบหล่อต้องตีดให้แน่นและให้การสั่นอย่างน้อย 8,000 ครั้งต่อนาที เมื่อขณะเขย่าคอนกรีต

(3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก็อนุโลมในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกันประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหวที่ผิวหน้าคอนกรีต การฟังเสียงของการสั่นคงที่หรือความรู้สึกที่มีมือถือเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีตในชั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้นสมานกันได้ดีทุกครั้งในการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริม

5.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดหารูปกรณ์ที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถเพื่อเก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

(1) การเก็บตัวอย่างเพื่อหาการยุบตัว (SLUMP) จะเก็บอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและจะเก็บทุกครั้งเมื่อมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบหาแรงอัด วิธีการปฏิบัติตามข้อ 5.2.3

(2) การเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบหาแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH) ต้องทำอย่างน้อยวันละ 1 ชุดๆ หนึ่งประกอบด้วย 6 ตัวอย่าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะร้องขอ

(3) การทดสอบแท่งคอนกรีต

(ก) แบบหล่อ (MOLD) ต้องเป็นเหล็กประกอบกันเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 6 " และสูง 12 " วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้ว และถูกยึดด้วยสกรูน็อต ก่อนหล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อชิ้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องการให้ผู้รับจ้างเก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจาก

การลำเลียงไปถึงที่ ที่จะเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรง
ความต้องการวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

(ค) การหล่อคอนกรีตทำเป็น 3 ชั้น โดยใส่คอนกรีตชั้นละ 1 ใน 3 ของความสูงของ
MOLD แต่ละชั้นกระทุ้งโดยสม่ำเสมอ 25 ครั้ง ด้วยแท่งเหล็กเกลี้ยงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม.
ยาว 60 ซม.โดยทำปลายข้างหนึ่ง (ข้างที่ใช้กระทุ้ง) มนแบบหัวลูกป็น

(ง) การกระทุ้งครั้งแรกต้องกระทุ้งให้ถึงแผ่นเหล็กที่เป็นฐานของ MOLD ส่วนการกระทุ้ง
ชั้นสองและชั้นสามให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นที่กระทุ้งไปแล้วเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งชั้นที่สามแล้ว
ใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ

(4) หลักการปฏิบัติงานนอกเหนือจาก (1), (2) และ (3)

(ก) พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ

(ข) พื้นที่วางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใด ๆ

(ค) การปาดผิวหน้าให้ใช้ควมระมัดระวังอย่าให้ผิวฉุน

(ง) แบบเมื่อหล่อคอนกรีตแล้วควรไว้ในร่ม ไม่ให้ถูกแดดหรือฝน

(จ) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบ

ในวันรุ่งขึ้น

(ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ

(ช) เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยุบตัว
และหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ

(ซ) จะต้องคลุมแท่งคอนกรีตด้วยกระสอบชื้นหรือแช่น้ำไว้ไม่น้อยกว่า 5 วัน แล้วนำลง
บรรจุในหีบซึ่งมีทรายเปียกล้อมรอบทุกด้าน หนาไม่น้อยกว่า 5 ซม. แล้วจัดส่งให้ห้องทดลองเพื่อทดลอง
คุณภาพ

(ณ) แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรนำมาทดลอง

5.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดลองหาแรงอัด

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เก็บได้แล้วตามข้อ 5.2.9 วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะต้องดำเนินการ
จัดส่งไปทดสอบยังที่เป็นที่เชื่อถือและทางราชการยอมรับ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย
ทั้งหมด การทดสอบจะดำเนินการตามเกณฑ์ต่อไปนี้

(1) แท่งคอนกรีต 1 ชุด จำนวน 6 แท่ง จะแบ่งส่วนให้ห้องทดลองของส่วนราชการจำนวน
3 แท่ง เพื่อทดสอบกำลังกดที่อายุ 28 วัน ที่เหลืออีก 3 แท่ง จะทดสอบที่อายุ 7 วัน เพื่อใช้ควบคุมการก่อสร้าง

(2) กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

กำลังกดของแท่งคอนกรีต ที่อายุ 28 วัน	กำลังของแท่ง คอนกรีต ที่อายุ 7 วัน	หมายเหตุ
แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม ²	ต้องไม่ต่ำกว่า 100 กก./ซม ²	ถ้าผลการทดสอบกำลังกดที่อายุ 7 วัน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวจะต้อง เปลี่ยนส่วนผสมใหม่ แต่การพิจารณา กำลังของคอนกรีตจะพิจารณาที่อายุ 28 วัน
แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 175 กก./ซม ²	ต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม ²	
แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 210 กก./ซม ²	ต้องไม่ต่ำกว่า 170 กก./ซม ²	

5.3 แบบหล่อคอนกรีต

5.3.1 ทั่วไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยรั่ว อันที่จะทำให้เนื้อซีเมนต์ไหลออกได้และความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีตโดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนว ผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็ก

5.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม้บิดเบี้ยวไม่มีรอยบุบปะสอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมียุณภาพเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

5.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนถือผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลับสายตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและมีความหนาสม่ำเสมอ การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

5.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ

ควรใช้ไม้แบบหรือไม้บุแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน จะอนุโลมให้ใช้ไม้แบบเช่นว่านี้ได้

5.3.5 การยัดแบบ

อนุโลมให้มีการยัดแบบด้วยโลหะ เช่น สวด เส้นเหล็กกลม หรือท่อเหล็กขนาดเล็กได้ แต่หลังจากถอดแบบหล่อคอนกรีตออกแล้ว ต้องตัดหรือสกัดปลายให้สั้นเข้าไปในผิวคอนกรีตอย่างน้อย 2 ซม. และอย่างน้อย 3 ซม. สำหรับผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับน้ำ รูซึ่งเกิดจากการตัดหรือสกัดนั้น ต้องซ่อมแซมทันที โดยการอุดด้วยปูนทราย มีส่วนผสม 1 : 2 หรือตามวิธีการซ่อมผิวคอนกรีตในข้อ 5.5.1 หรือตามวิธีที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

5.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวลือปูน จะไม่ต้องการทาด้วยน้ำมัน

5.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

5.4.1 ทัวไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้นั้น ควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหายหรือได้รับการยอมรับจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยปกติทั่วไปจะไม่มีการถอดแบบหล่อคอนกรีตที่มีอายุน้อยกว่า 48 ชม.

5.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต

การรับน้ำหนักและแรงต่างๆ ของอาคารบางตอนไม่เหมือนกัน อาจจะมีลักษณะและขนาดของแรงที่กระทำต่ออาคารนั้นต่างกัน ฉะนั้นการถอดแบบหล่อต้องพิจารณาความแข็งแรงตามอายุคอนกรีตที่จะใช้งานได้ของแต่ละส่วนในอาคารนั้นๆ ซึ่งพอประมาณได้ดังนี้

- ไม้แบบด้านตอม่อ เสา และคาน (โดยไม่มีแรงอื่นๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง) ไม่น้อยกว่า 2 วัน
- ไม้แบบท้องคานและไม้ค้ำยัน ไม่น้อยกว่า 21 วัน (โดยไม่มีแรงอย่างอื่น นอกจากน้ำหนักตัวเอง)
- ไม้แบบพื้น และค้ำยัน ไม่น้อยกว่า 21 วัน (โดยไม่มีแรงอย่างอื่น นอกจากน้ำหนักตัวเอง)
- การติดตั้งไม้ค้ำยัน ไม้ตั้งร้าน แบบหล่อให้เกิดความสะเทือน จะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีอายุเกิน 48 ชม.

จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณ แสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

5.5 การซ่อมคอนกรีต

5.5.1 ทัวไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้ โดยเฉพาะก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบ และต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

คอนกรีตที่เสียหายจากเหตุใดก็ตาม และคอนกรีตที่เป็นรวงผึ้ง แตกร้าว หรือเสียหายอย่างอื่นใด และคอนกรีตที่มีผิวหน้าบวมมากเกินไป ซึ่งจะต้องสกัดออกให้หมดแล้วแต่งด้วยปูนทรายแห้ง ปูนทรายหรือคอนกรีต (DRYPACK, MORTAR, CONCRETE) ตามความเหมาะสม และให้ได้ระดับกับแนวที่กำหนดไว้

5.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้งจะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

(1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกดตัดลวด เหล็ก หรือน็อตที่ใช้ยึดแบบออก

(2) ร่องแคบๆ ที่เกิดจากการสกดหรือตบแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกพร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะดังนี้

- (ก) ร่องรูตื้นมากเมื่อเทียบกับความกว้าง
- (ข) ร่องรูลึกถึงเหล็กเสริมคอนกรีต
- (ค) ร่องรูลอดผ่านทะลุตลอดหน้าตัดของคอนกรีต

5.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)

การซ่อมด้วยคอนกรีต จะใช้วิธีนี้เมื่อคอนกรีตเป็นช่องผ่านทะลุตลอด และมีลักษณะดังนี้

- (1) ช่องในคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1 ตารางฟุต และลึกตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป

(2) ช่องในคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1/2 ตารางฟุต และลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริม

5.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย MORTAR REPLACEMENT

การซ่อมด้วยวิธีนี้จะใช้ได้เมื่อ

- (1) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและก็ยังดีเกินไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต
- (2) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

5.5.5 การซ่อมด้วย EPOXY

การซ่อมด้วย EPOXY นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือจะใช้เมื่อไม่มีความมั่นใจว่า การซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัสดุที่ใช้ซ่อมกับคอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำได้ตามคำหมาย และจะใช้ EPOXY เมื่อคอนกรีตเป็นแผลรอยกะเพาะบาง

หมายเหตุ รายละเอียดการซ่อมคอนกรีตให้ถือตามคำแนะนำใน CONCRETE MANUAL. (FORTH PRINTED CHAPTER 7) U.S. BUREAU OF RECLAMATION

5.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดีเมื่อเกิดฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องหาวัสดุมาปกปิดผิวหน้าคอนกรีต เพื่อป้องกันผิวหน้าคอนกรีตถูกฝนชะล้าง ถ้าจะป้องกันโดยใช้กระสอบคลุม จะต้องไม่ใช้กระสอบที่เคยใส่น้ำตาล เกลือ หรือปุ๋ย

5.7 การบ่มคอนกรีต

เพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตระเหยออกได้ จำเป็นจะต้องป้องกันผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศและโดนแสงแดดเผา โดยการบ่มด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

5.7.1 การบ่มด้วยน้ำ

เมื่อผิวหน้าคอนกรีตแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีอยู่ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป จะต้องรักษาคอนกรีตไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการหล่อน้ำขังไว้คลุมด้วยวัสดุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

5.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้น้ำยา 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำทันทีหลังจากการแต่งผิวหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยการฉีดน้ำให้เป็นฝอยจนกระทั่งผิวนั้นไม่ดูดความชื้นเข้าไปอีก ทันใดที่น้ำที่ติดอยู่บนคอนกรีตแห้งแต่คอนกรีตยังชื้นอยู่ จะต้องพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงไปที่ ทันที หลังจากพ่นน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเมื่อแต่ละผิวพ่นน้ำยาแห้งแล้ว ถึงจะเริ่มทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมได้ การซ่อมแต่ละแห่งนั้น เมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะต้องทำความสะอาดและทำให้เปียกชื้นแล้วพ่นด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตอีกครั้งหนึ่ง

ภายในระยะเวลา 28 วัน หลังจากพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต การดำเนินการใดๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องทำการพ่นใหม่ทันทีและถ้าจำเป็นในการก่อสร้างที่จะต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เคลื่อนที่บนผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องใช้ทรายหรือดินหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วฟุต ปิดทับผิวนั้นเสียภายหลังที่น้ำยาแห้งตัวดีแล้ว

5.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

หลังจากได้ทำการพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตและน้ำยาที่ฉาบแห้งสนิทแล้ว ให้ทำเครื่องหมายแสดงวัน เดือน ปี ที่ทำงานคอนกรีตนั้นเสร็จไว้บนผิวคอนกรีต โดยการเขียนด้วยสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

5.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

(1) ลักษณะทั่วไป น้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไม่ไวไฟ และไม่เป็นน้ำยาที่หมดยาแล้ว

(2) คุณภาพ น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(ก) ความเหลว (CONSISTENCY) : น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีความเหลวพอเหมาะที่จะสามารถพ่นได้สะดวกและสม่ำเสมอบนผิวคอนกรีตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยให้หัวฉีดชนิด ATOMIZING NOZZLES และเมื่อพ่นกับผิวคอนกรีตชั้นตั้งฉากกับพื้นราบโดยใช้อัตราที่กำหนดน้ำยาจะต้องไม่ไหลหรือย้อย

(ข) คุณสมบัติในการป้องกันน้ำระเหยจากผิวคอนกรีต (WATER RETENTION): เมื่อทดสอบโดย WATER RETENTION TEST ASTM C156 - 80A เป็นเวลา 3 วัน น้ำจะต้องหายไปจากคอนกรีตได้ไม่เกิน 0.055 กรัมต่อตารางเซนติเมตรของผิวหน้า MORTAR

(3) ตัวอย่าง ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างน้ำยาน้อย 1 U.S แกลลอน และให้ระบุชื่อบริษัทผู้ผลิตและประเทศด้วย เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้

5.8 รอยต่อคอนกรีต

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามที่แสดง หรือกำหนดไว้ในแบบอย่างเคร่งครัด รอยต่อในอาคารคอนกรีตแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขัดส่วนที่อยู่สกปรกและไม่แข็งแรงแรงต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้ น้ำฉีดหรือทรายฉีด (SAND BLAST) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อก่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

5.8.2 รอยต่อหด (CONTRACTION JOINT)

จะต้องทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ การเทคอนกรีตใหม่ สัมผัสกับผิวคอนกรีตเดิมที่เทไว้ จะต้องกระทำหลังจากคอนกรีตเดิมแข็งตัวแล้ว โดยมีอายุไม่น้อยกว่า 3 วัน และผิวคอนกรีตเดิมจะต้องถูกเคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว (SEALING COMPOUND) ชนิดใดชนิดหนึ่งเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตทั้งสองส่วนจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

5.8.3 รอยต่อเพื่อขยาย (EXPANSION JOINT)

ให้ทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ ช่องว่างระหว่างการเทคอนกรีตครั้งแรก และครั้งที่สอง ให้มีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 ซม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ และให้ใส่ช่องว่างระหว่างผิวคอนกรีตด้วยวัสดุประเภท ELASTIC FILLER และอุดรอยต่อด้วยวัสดุประเภท JOINT SEALANT

5.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต

5.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)

จะต้องเป็นวัสดุประเภทยาง (RUBBER) หรือสารสังเคราะห์ P.V.C. (POLYVINYL CHLORIDE) ก็ได้ ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แผ่นกันน้ำรั่ว (WATERSTOP) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ทำตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ หรือตามที่แบบกำหนด การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ การติดตั้งแผ่นกันน้ำ จะต้องฝังแผ่นกันน้ำในแต่ละส่วนของคอนกรีตที่มาต่อกันให้มีระยะเท่ากัน แต่ทั้งนี้ตำแหน่งของแผ่นกันน้ำอาจคลาดเคลื่อนจากระยะครึ่งหนึ่งของความหนาของคอนกรีตได้บ้าง ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ลักษณะของแผ่นกันน้ำจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่ว ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นกันน้ำรั่วติดกับแบบจนทำให้แผ่นยางกันน้ำทะลุที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันตราย

แผ่นกันน้ำรั่วทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น P.V.C. จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ลำดับ	คุณสมบัติ	POLY-VINYL CHLORIDE (P.V.C.)	RUBBER
1.	ความแข็ง	Hardness Shore " A "	Hardness Shore "A"
2.	แรงดึงสภาพใช้งาน	Durometer 60 - 80	Durometer 60 -75
3.	แรงดึงเมื่ออบด้วย ออกซิเจนภายใต้ อุณหภูมิ 70 °C แรงดัน 21 กก./ซม ²	ไม่น้อยกว่า 140 กก./ซม ²	ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม ²
4.	การตายตัว (Compression Set)	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน
5.	การตายตัว	การตายตัวของวัสดุ เมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70 °C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70%	การตายตัวของวัสดุ เมื่อรับแรงกดทดลองที่ 70 °C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 30%
6.	ส่วนยืด (Elongation)	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 325%	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 450%
	คุณสมบัติอื่น ๆ	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้

5.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ (JOINT SEALANT)

ทุกแห่งที่กำหนดไว้ว่าเป็นรอยต่อคอนกรีตชนิดรอยต่อเมื่อขยายตัว (EXPANSION JOINT) บริเวณใกล้เคียงถึงผิวคอนกรีต ต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้ แน่นดีน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณลักษณะของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยืดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยืดตัวได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่า และหดตัวได้ครึ่งหนึ่งของขนาดเดิมโดยไม่มีการฉีกหรือปริแตกแต่อย่างใดและต้องไม่เกิดการล้าตัวในเนื้อของมันด้วยต้องมีความแข็งไม่น้อยกว่า SHORE "A" DUROMETER ประมาณ 30-40 ที่อุณหภูมิ 24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่ออายุได้ 7 วัน เป็นวัสดุชนิด TWO - PART POLYSULPHIDE LIQUID POLYMER

5.9.3 ELASTIC FILLER

เป็นแผ่นใยใส่รอยต่อคอนกรีตจะต้องประกอบด้วย ขานอ้อย หรือเส้นใยอื่นๆ ที่เหมาะสมอัดเป็นแผ่นและอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว จะต้องมีความสมบัติดังนี้

- (1) การดูดน้ำเมื่อแช่แผ่นใยในน้ำ อุณหภูมิ 21 + 3 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องดูดน้ำไม่มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
- (2) ความแน่นจะต้องไม่น้อยกว่า 305 กก./ลบ.ม. เมื่อแผ่นใยอยู่ในลักษณะแห้ง (AIR DRY)
- (3) แรกกด โดยแรงที่กดแผ่นใยให้ความหนาลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ของความหนาเดิม จะต้องอยู่ระหว่าง 7-43 กก./ตร.ม. ถ้าแผ่นใยมีความหนาน้อยกว่า 12 ซม. แรกกดจะต้องอยู่ระหว่าง 7-88 กก./ตร.ม. และจะมียางมะตอยไหลออกจากแผ่นใยไม่มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อปล่อยให้แผ่นใยคืนตัวเป็นเวลา 10 นาที จะต้องคืนตัวจนมีความหนาอย่างน้อย 70 เปอร์เซ็นต์ของความหนาเดิม
- (4) การขยายตัว นำแผ่นใยวางลงในที่บังคับ 5 ด้าน ปล่อยให้ด้านใดด้านหนึ่งว่างไว้เมื่อกดแผ่นใยตามข้อ (3) แล้วแผ่นใยจะยืดออกทางที่ว่างไว้ ส่วนที่ยืดออกจะต้องไม่เกิน 6 มิลลิเมตร
- (5) การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบจะต้องส่งตัวอย่างแผ่นใย 1 ตารางฟุต สี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อจำนวนแผ่นใย 1,000 ตารางเมตร หรือน้อยกว่า หรือแต่ละครั้งก็นำแผ่นใยมาไว้ใช้ในงานก่อสร้าง เพื่อทำการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบจะต้องเป็นของผู้รับจ้าง

5.9.4 Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)

- (1) ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้ง Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) บริเวณรอยต่อเพื่อขยาย ดังแสดงในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ
- (2) วัสดุ
 - (ก) Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ที่ใช้ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ และมีความสมบัติสอดคล้องตามมาตรฐาน ASTM D1751

(ข) อย่างน้อย 60 วัน ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอตัวอย่างพร้อมข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(3) การติดตั้ง

(ก) ขอบนอกของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ต้องติดตั้งให้เรียบขนานกับขอบแบบหรือผิวของคอนกรีตตามแบบ หรือตามที่ยุ้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ข) รอยต่อของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ในสถานที่ก่อสร้างจะต้องมีให้น้อยที่สุด

5.10 คอนกรีตล้วน (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.

งานคอนกรีตชนิดนี้จะใช้กับงานฝายกันน้ำ (อาจจะรวมทั้งกำแพงที่บริเวณฝายและส่วนอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง) ที่ประกอบด้วย วัสดุก่อสร้างระหว่างคอนกรีตล้วนกับหินใหญ่ หรือกรวดใหญ่ มีขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม. ซึ่งมีคุณภาพตามข้อ 5.2.4 และ 5.2.5

คอนกรีตล้วนต้องมีคุณภาพสามารถรับแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH) ได้ไม่น้อยกว่า 140 กก./ตร.ซม. และมีความเหลวที่วัดได้จากการยุบตัว (SLUMP) อยู่ระหว่าง 3 1/2 นิ้ว ถึง 4 1/2 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดที่ใช้เป็นวัสดุหยาบผสมคอนกรีตล้วนต้องเป็นหินเบอร์ 1 (ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว)

การปฏิบัติในการเทคอนกรีตล้วนผสมกับหินใหญ่จะต้องเทคอนกรีตล้วนกับหินใหญ่สลับกันเป็นชั้นๆ ส่วนหลักเกณฑ์และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆ ให้ยึดถือตามข้อกำหนดของสัญญา

(1) ชั้นแรก ต้องใช้คอนกรีตล้วนเทลงไปก่อน ให้มีความหนาหลังจากการเกลี่ยน้ำเสมอและทำให้แน่นแล้ว 20 ซม.

(2) ชั้นที่สอง เทหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ทับลงให้มีความหนาไม่เกิน 30 ซม. โดยให้มีช่องว่างระหว่างหินเพียงพอที่คอนกรีตที่จะเททับชั้นที่สาม สามารถแทรกตัวเข้าไปได้ หลังจากได้จัดเรียงหน้าให้เสมอกันแล้ว

(3) ชั้นที่สาม เทคอนกรีตล้วนทับชั้นที่สอง และใช้เครื่องเขย่าแบบหัวจุ่มแห่ตามชอกหินจนทั่ว ถ้าเป็นชอกหินเล็กๆ ก็ใช้เหล็กเกลี้ยงกลมขนาด 16 มม. ทำหัวให้มนกระทุ้งตามชอกที่เล็กๆ หรือใช้เครื่องมือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำการเขย่าและการกระทุ้งต้องทำจนกระทั่งคอนกรีตล้วนแทรกซึมเข้าไปในชอกหินตลอดทั่วถึงกัน จนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หลังจากเทคอนกรีตล้วนทับหินใหญ่เสร็จแล้ว ชั้นหนึ่งๆ ต้องให้คอนกรีตล้วนปิดทับบนหินใหญ่มีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 ซม.

(4) ชั้นต่อไป ให้ทำตามขั้นตอนดังกล่าวนี้ คือ เทหินใหญ่และแล้วเทคอนกรีตล้วนสลับกันไปจนแล้วเสร็จ

5.11 การ GROUT คอนกรีต

บริเวณที่แบบระบุให้ทำการ GROUT ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งท่อเหล็กผิวบาง ขนาดตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนฝังท่อเพื่อ GROUT จะต้องทำความสะอาดท่อจนปราศจากสิ่งสกปรก เช่น น้ำมันต้องติดตั้งท่อให้มีความมั่นคงในระหว่างเทคอนกรีต เมื่อติดตั้งท่อ GROUT แล้วก่อนเทคอนกรีตจะต้องมีการทดสอบ โดยการอัดลมเข้าไปจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ถ้าพบว่าท่ออุดตันหรือลมเดินไม่สะดวก จะต้องทำความสะอาดหรือเปลี่ยนท่อให้ใหม่

5.12 BLOCKOUT

กรณีที่มีงานโลหะฝังติดอยู่กับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องจัด BLOCKOUT ของเนื้อคอนกรีตบริเวณนั้นไว้ เพื่อให้การติดตั้งงานโลหะนั้นได้ถูกต้องแน่นอน หลังจากติดตั้งโลหะแล้วผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตลงไปตามเดิม โดยคอนกรีตที่ใช้ให้ผสมสารเคมีเพื่อการลดการหดตัว (NONSHRINKAGE COMPOUND) โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

5.13 เหล็กเสริมคอนกรีต

5.13.1 ทัวไป

เหล็กเสริมคอนกรีตสำหรับงานนี้จะรวมถึง การจัดหาเหล็กเสริมให้ได้ตามกำหนดชั้นคุณภาพ (GRADE) ชนิด (TYPE) ขนาด และการตัด วางเหล็ก ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดและตรงตามแบบก่อสร้าง

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น เหล็กเสริมต้องผลิตขึ้นในประเทศไทย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือ มอก. ซึ่งอาจจะเป็นเหล็กเกลี้ยงกลม (ROUND BARS) หรือเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

เหล็กเสริมทั้งหมดต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสีหรือการเสียหายอย่างอื่นๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

5.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม

ทั้งเหล็กเสริมชนิดเกลี้ยงกลม (ROUND BARS) และเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ที่ได้กำหนดให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ (GRADE) โดยใช้ตัวย่อ “SR 24” และ “SD 30” ตามลำดับ จะต้องมียุทธสมบัติ (PROPERTIES) ดังต่อไปนี้

(1) คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ (GRADE)	แรงเค้นดึง ที่จุดยึด กก./มม ² ไม่น้อยกว่า	แรงเค้นดึง สูงสุด กก./มม ² ไม่น้อยกว่า	ความยืด ร้อยละ ไม่ น้อยกว่า	การทดสอบการดัดโค้งเย็น	
				มุมดัด องศา	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายในของส่วนโค้ง
SR 24	24	39	21	180	1.5 เท่าของเส้น ผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 30	30	49	17	180	4 เท่าของเส้น ผ่านศูนย์กลางระบุ

(2) ส่วนประกอบทางเคมี

ชั้นคุณภาพ	ส่วนประกอบทางเคมีไม่เกินร้อยละ (โดยน้ำหนัก)				
	ถ่าน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน	ถ่าน+แมงกานีส
SR 24	0.25	-	0.05	0.05	-
SD 30	0.25	-	0.05	0.05	0.45

5.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องตัดให้ตรง การตัดและตัดต้องใช่วิธีตัดด้วย (BENT AND CUT COI D) ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบและได้รูปร่างตามส่วนโค้งที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

การผูกเหล็กเสริมให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกมัดให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดให้ผูกมัดด้วยลวดเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดต้องให้มีระยะห่างจากผิวคอนกรีตตามที่กำหนดไว้ คือ สำหรับผิวคอนกรีตด้านที่ติดหรือหันต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. ด้านที่ติดกับแบบหรือคอนกรีตหยาบต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. สำหรับเสา คานและพื้น 2.5 ซม. ฉะนั้นเพื่อบังคับให้เหล็กห่างจากแบบหล่อคอนกรีตตามระยะดังกล่าวผู้รับจ้างต้องหล่อแท่งคอนกรีตโดยมีส่วนผสมเหมือนคอนกรีตของอาคารส่วนนั้นให้มีความหนาตามระยะที่เหล็กห่างจากผิวคอนกรีตดังกล่าวและฝังลวดเหล็กปล่อยปลายไว้เพื่อหนุนและผูกเหล็กเสริมไม่ให้คลาดเคลื่อนไปจากระยะที่กำหนด ในการหนุนเหล็กเสริมนี้ห้ามใช้ก้อนหินหรือวัตถุอื่นหนุนเป็นอันตราย เหล็กเสริมทั้งหมดเมื่อติดตั้งลงในแบบหล่อแล้ว ให้ผูกมัดติดกันให้แน่นหนาทุกเส้นและต้องไม่เคลื่อนที่ในขณะที่เทคอนกรีตและขณะเขย่าคอนกรีต

5.13.4 เหล็ก DOWEL

เหล็ก DOWEL ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียดก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด DOWEL ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่ และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

5.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต

ANCHOR BOLT หรือเหล็กประกอบชนิดอื่นๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ในขณะที่เทคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีที่ทำการ BLOCKOUT เนื้อคอนกรีตไว้ก่อน ให้ทำความสะอาดภายในช่อง BLOCKOUT และทำให้ชุ่มน้ำก่อนทำการ GROUT ด้วย NON-SHRINK MORTAR (ผสมสารเคมีเพื่อลดการหดตัว) อย่างน้อย 12 ซม.

5.14 การทดลองวัสดุก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุก่อสร้างต่างๆ เช่น เหล็ก ปูนซีเมนต์ ทราย หิน สารเคมี ผสมคอนกรีต น้ำยาบ่มคอนกรีต ฯลฯ มาให้ห้องทดลองของทางราชการ ตรวจสอบคุณภาพก่อนใช้ในงาน ในกรณีกำหนดส่วนผสมคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุผสมคอนกรีตที่จะใช้จริงๆ ในงานก่อสร้าง ตามจำนวนต่อไปนี้

5.14.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม

- ปูนซีเมนต์	2	ถุง	(ถุงละ 50 กก.)
- ทราย	6	บิ๊บ	(บิ๊บละ 20 ลิตร)
- กรวดหรือหินอย่างละ	8	บิ๊บ	(บิ๊บละ 20 ลิตร)

5.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพต่างๆ ไป

- ปูนซีเมนต์ 25 กก.
- ทราย 1/2 บิ๊บ
- กรวด หิน แต่ละขนาด 1 บิ๊บ
- เหล็กเสริมคอนกรีตยาวไม่น้อยกว่า 60 ซม. จำนวน 3 แท่งต่อ 1 ขนาดและแต่ละชั้นคุณภาพ
- สารเคมีผสมคอนกรีตแต่ละชนิด 1 กก. (ชนิดผง) 1/2 U.S. แกลลอน (ชนิดน้ำ)
- น้ำยาบ่มคอนกรีต 1 U.S. แกลลอน
- แผ่นยางมะตอยหรือ ELASTIC FILLER ใส่รอยต่อคอนกรีต 1 ตารางฟุต
- แผ่นวัสดุกันน้ำรั่วแต่ละชนิดแต่ละขนาดไม่น้อยกว่า 60 ซม.

5.15 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต

5.15.1 ทั่วไป

ความคลาดเคลื่อนในที่นี้ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นจากวิธีการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างงานคอนกรีตทั้งหมดให้ได้ตามแนวระดับและขนาดที่บ่งไว้ในแบบ แต่เมื่อทำด้วยความระมัดระวังดีที่สุดแล้วยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ความคลาดเคลื่อนจะต้องไม่เลยขีดกำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมรับความคลาดเคลื่อนนั้น เมื่อพิจารณาเห็นว่าจะมีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างรูปร่าง และการใช้งานของอาคาร งานที่ไม่ยอมรับนี้ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนหรือทุบออก แล้วทำการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

5.15.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต

นอกจากจะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบรายละเอียด

- (1) ความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง
 - (ก) แนวหรือผิวของเสาตอม่อ กำแพง และแนวที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ สำหรับส่วนสูงที่ไม่เกิน 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ 0.012 เมตร ส่วนที่สูงกว่า 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ 0.025 เมตร
 - (ข) เสาที่อยู่ตรงมุม หรือ GROVES ของ CONTROL JOINTS ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ครึ่งหนึ่งของข้อ (ก)
- (2) ความคลาดเคลื่อนของระดับ จากที่บ่งไว้ในแบบ
 - (ก) พื้น เพดาน และ คาน
 - สูง 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร
 - สูง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
 - สูง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
 - (ข) ธรณีประตู หน้าต่าง ราวลูกกรง และส่วนที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ ยอมให้คลาดเคลื่อนเป็นครึ่งหนึ่งของ ข้อ (ก)
- (3) ความคลาดเคลื่อนในแนวราบจากตำแหน่งที่กำหนดไว้
 - ช่วง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร
 - ช่วง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- (4) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง หรือขนาดของช่องเปิดที่พื้น หรือกำแพง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(5) ความคลาดเคลื่อนของ FOOTING

- ความคลาดเคลื่อนของขนาดในแนวนราบ ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผิดตำแหน่ง ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ 2% ของความกว้างของด้านที่วางคลาดเคลื่อนแต่ไม่เกิน 0.05 เมตร
- ความคลาดเคลื่อนของความหนา ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ +5% ของความหนาที่กำหนดให้

5.15.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม

- (1) ความคลาดเคลื่อนของ COVERING หรือ EFFECTIVE DEPTH ที่ใช้สำหรับ MOMENT
 - 0.05 เมตร COVERING ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.009 เมตร
 - 0.08 เมตร COVERING ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- (2) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก SIDE MOVEMENT
 - ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.025 เมตร

5.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานคอนกรีต เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- การวัดปริมาณงานคอนกรีต หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่แบบกำหนด หรือภายในขอบเขตที่ผู้ควบคุมงานของผู้อำนาจสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของผู้อำนาจเป็นเกณฑ์
- การวัดปริมาตรคอนกรีต จะหักปริมาตรของช่องว่างส่วนที่เป็นช่องเปิด และโลหะที่ฝังไว้ ออก แต่จะไม่หักปริมาตรของเหล็กเสริม สกรู น็อต แท่งปูนรองเหล็ก การลบมุม และการลบเหลี่ยมออก
- การจ่ายเงิน จะจ่ายตามราคาต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรของงานคอนกรีตที่ระบุไว้ในสัญญา โดยจะรวมค่าวัสดุ ค่าอุปกรณ์ในการเทคอนกรีต ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง ค่าแบบคอนกรีต การเตรียมรอยต่อ การแต่งผิว การปรับแต่งดินเพื่อเตรียมเทคอนกรีต การสูบน้ำออก การทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนเทคอนกรีต การป้องกัน การบ่ม การควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต การจัดหาและขนส่งแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพ ตามที่ระบุไว้ในรายการรายละเอียดที่กล่าวแล้วข้างต้น
- ไม่มีการพิจารณา แยกจ่ายเงินสำหรับสารผสมเพิ่มเติม (ADMIXTURE)
- งานไม้แบบ นั่งร้าน ตะปู สลักเกลียว และอุปกรณ์ที่ใช้ยึดต่างๆ และโครงสร้างชั่วคราวอื่นๆ เพื่อการจัดทำโครงสร้างคอนกรีต ไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากโดยให้รวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานคอนกรีต

(1) คอนกรีตหยาบ คอนกรีตดาด คอนกรีตล่วนปนหินใหญ่ และมอร์ตาร์ ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(2) คอนกรีตไม่รวมเหล็กเสริม หรือคอนกรีตเทครั้งที่สอง ให้วัดงานปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต และสารเคมีผสมเพิ่ม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(3) เหล็กเสริมคอนกรีต ให้วัดงานปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัม ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ งานคอนกรีต งานเหล็กเสริม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยกิโลกรัม ตามที่ตกลงไว้ในสัญญา

(4) PVC WATERSTOP ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือโดยคำสั่งของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งการจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(5) ELASTIC FILLER และ ASPHALT PAPER ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(6) MASTIC JOINT SEALER ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(7) SEALING COMPOUND ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(8) DOWEL BAR WITH MASTIC COAT ให้วัดปริมาณงานเป็นชุดตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานติดตั้งหรือฝังเหล็กในคอนกรีต และงานเคลือบผิว การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่างานติดตั้งหรือฝังเหล็ก ค่าวัสดุอุปกรณ์ ไว้แล้ว

(9) พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ให้วัดงานปริมาณงานเป็นหน่วย ตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งไว้แล้ว

(10) เหล็กฝังยึดในคอนกรีต ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักตามตำแหน่งที่ติดตั้งตามที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานติดตั้งหรือฝังเหล็กในคอนกรีต และงานเคลือบผิว การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งหรือฝังเหล็ก และค่าเคลือบผิวไว้แล้ว

(11) แผ่นซีเมนต์ใยหิน ให้วัดงานปริมาณงานเป็นหน่วย ตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งแผ่นซีเมนต์ใยหิน การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งไว้แล้ว

หมวดที่ 6

งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น

6.1 งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น

6.1.1 งานหินทิ้ง และหินเรียง

หินต้องมีความแข็งแรง ทนทาน ค่าความสึกหรอต้องไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Los Angeles Abrasion Test ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 535

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและเรียงหินให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่ง แนว และระดับ ตามแบบรูปหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(1) คุณสมบัติทั่วไป หินทิ้ง หินเรียงจะต้องเป็นหินที่แข็งแรง เนื้อแน่น คงทนไม่ผุกร่อน ทนต่อการขัดสี (Abrasion) ผ่านการทดสอบโดยวิธี Los Angeles Abrasion Test โดยจะต้องมีค่าความสึกหรอไม่เกินร้อยละ 50 ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C131-55 หรือทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 535 อนึ่ง การเรียงหินจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังโดยจัดและเรียงหินจากขนาดเล็กสุดในด้านที่ติดกับกรวด ทหารองพื้น และใหญ่สุดที่ผิวบนของ Slope แล้วปูตลอดเป็นพื้นที่ต่อเนื่อง ตามที่กำหนดไว้ในแบบรูป หรือ คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ เพื่อกันการถูกพัดพาออกไปเนื่องจากลม

(2) ตรวจสอบความแกร่งทนต่อสภาพอากาศ (Soundness) เมื่อทดสอบด้วยวิธีแช่น้ำยา โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulphate) ส่วนที่สูญหายไปต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 88

(3) การจัดขนาดคละ (Gradation) หินทิ้ง และหินเรียงจะต้องมีขนาดลดหลั่น โดยมีเปอร์เซ็นต์ ผ่านตะแกรงโดยประมาณ ดังนี้

ขนาดของวัสดุ (เซนติเมตร)	ความหนาของหินทิ้ง/หินเรียงที่กำหนดในแบบรูป				
	0.30 เมตร	0.50 เมตร	0.60 เมตร	0.70 เมตร	0.80 เมตร
50	-	-	80-100 %	80-100 %	0-70 %
30	-	0-50 %	0-50 %	0-50 %	0-50 %
20	0-40 %	0-30 %	0-30 %	0-30 %	0-30 %
10	0-20 %	0-10 %	0-10 %	0-10 %	0-10 %
4	0-5 %	0-5 %	0-5 %	0-5 %	0-5 %

6.1.2 งานหินก่อ และหินเรียงยาแนว

(1) หินก่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหินก่อให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่ง แนว และระดับ ตามที่กำหนดในแบบรูป หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติ และวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการก่อหิน การวางหินแต่ละก้อนต้องวางอย่างประณีตและก่อยึดด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) ปูนทรายรองพื้นให้หนาอย่างน้อย 1 เซนติเมตร ทั้งในแนวตั้ง และแนวราบ รอยต่อโดยรอบจะต้องเคาะให้ติดกันแน่นและปาดปูนทรายส่วนที่เกินออกแล้วแต่งด้วยเกียงเหล็กให้เรียบ หินที่นำมาก่อต้องทำให้ชุ่มน้ำ และล้างทำความสะอาดเอาฝุ่นที่เกาะติดตามผิวหินออกด้วย

(2) หินเรียงยาแนว

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและเรียงหินให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่ง แนว และระดับ ตามที่กำหนดในแบบรูป หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติและวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการยาแนวด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) อุดช่องว่างระหว่างก้อนหิน โดยมีความหนาของมอร์ตาร์พอสมควร แล้วแต่งด้วยเกียงให้เสมอผิวหินโดยตลอดดูเรียบร้อย และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

6.1.3 งานวัสดุรองพื้น

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และปูวัสดุให้ได้ความหนา รูปร่าง ตำแหน่ง แนว ระดับ และขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบรูป หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(2) คุณสมบัติวัสดุ เป็นไปตามรายละเอียดในหมวดที่ 4 “งานวัสดุถมบดอัดแน่น” หรือตามที่กำหนดในแบบรูป

(3) แหล่งวัสดุจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน

(4) วิธีการทำงาน จะต้องทำการปูทรายและหินย่อยรองพื้นลงบนชั้นดิน หรือชั้นดินที่ได้รับการตกแต่งผิวหน้าเรียบร้อยแล้ว ทำการปูทรายและหินย่อยรองพื้นให้ได้ความหนาตามที่กำหนดในแบบรูป

หมวดที่ 7 งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์

7.1 ทัวไป

งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ หมายถึง การจัดหา ประกอบและติดตั้งงานถึงเหล็กถาวรงานดิน งานบันไดลิง งานฝาดะแกรงเหล็ก งานตะแกรงกันสวะ งานราวกันตก และงานเหล็กอื่นๆ ส่วนงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ประกอบด้วยงานบานระบายพร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ไฟฟ้า งานประตูน้ำและวาล์วต่างๆ และอุปกรณ์ประกอบงานวาล์ว ซึ่งได้ระบุรายละเอียดไว้ในแบบ

7.2 มาตรฐาน (STANDARDS)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ต่างๆ วิธีการผลิตและการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

ASTM	-	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
AWWA	-	AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION
API	-	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
AISC	-	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION
AWS	-	AMERICAN WELDING SOCIETY
ISO	-	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
JIS	-	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS
TIS	-	THAI INDUSTRIAL STANDARDS
SIS	-	SWEDISH INDUSTRIAL STANDARDS

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

7.3 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ (STEEL WORKS) และงานโลหะอื่นๆ

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในงานเหล็กงานและงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุตามที่กำหนดในแบบ หรือตามวัสดุที่กำหนดในแต่ละชนิดต่อไปนี้

- (1) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ตามมาตรฐาน มอก. 116

- (2) BRONZE ซึ่งใช้เป็น GATE SEAT ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : B-22
- (3) เหล็กแผ่น (STEEL PLATE) ตามมาตรฐาน JIS - G3101 A34
- (4) เหล็กหล่อ CAST IRON ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : A-48, CLASS 30
- (5) สลักเกลียวที่ใช้ในงานบานระบายเหล็กหล่อ ราวลูกกรง บันไดลิง ตะแกรงกันสวะ (TRASHRACK) และอื่น ๆ ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : A-307
- (6) ท่อเหล็กที่ใช้ทำเสา ราว และท่อระบายอากาศ ฯลฯ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ โดยไม่ได้ระบุให้ใช้เหล็กประเภทใด จะต้องเป็นท่อชนิด STD. BLACK PIPE ตามมาตรฐาน มอก. 276 ประเภทที่ 2 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดแล้วถูหรือตะไบรอยเชื่อมให้เรียบและทาสีกันสนิม ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด

ถ้าใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 277 ประเภทที่ 2 อนุโลมให้ใช้ได้ แต่การประกอบเป็นเสา ราว หรือท่อระบายอากาศ ห้ามใช้วิธีเชื่อมให้ใช้ข้อต่อเท่านั้น และไม่ต้องทาสีการเลือกใช้ท่อเหล็กประเภทใดต้องได้รับความเห็นชอบ จากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน

7.4 งานเหล็ก

7.4.1 การเตรียมงานเบื้องต้น

วัสดุที่ใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เรียบร้อย ไม่คด หรือโค้งงอ หรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความปราณีตละเอียด ถูกต้องตามแบบ การตัดมุมจะต้องเป็นมุมฉากโดยแท้จริง ระยะต่างๆ ในการตัด หรือเจาะรูจะต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในข้อจำกัด (TOLERANCE) ที่ยอมรับ ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือการเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง BOLT ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าอย่างเดียวและมีความละเอียดถูกต้อง เพื่อสามารถใส่ BOLT ได้โดยสะดวก

7.4.2 การเชื่อม (WELD CONNECTION)

การเชื่อมเหล็กจะต้องจัดทำโดยวิธี ELECTRIC SHIELD AND WELDING PROCESS โดยช่างเชื่อมที่มีคุณภาพและมีประสบการณ์ในงานด้านนี้ เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพมาตรฐาน พื้นที่ผิวที่ต้องการจะเชื่อม จะต้องสะอาดปราศจากสนิม สี สิ่งสกปรกอื่น ๆ หรือวัสดุที่หลุดหลวม (LOOSE SCALE) ส่วนประกอบที่จะทำการเชื่อมให้ติดกันจะต้องจัดวางให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เครื่องมือที่เหมาะสมจำเป็นต้องใช้ในการยึดส่วนที่จะต้องเชื่อมให้อยู่ในแนวที่กำหนด การเชื่อมจะต้องจัดทำโดยให้รอยเชื่อมสม่ำเสมอ และให้มีการหลอมเหลว (FUSION) ของลวดเชื่อมและแผ่นเหล็กโดยสมบูรณ์ ผลของการเชื่อมที่ถูกต้อง รอยเชื่อม จะต้องสม่ำเสมอ จะไม่มีตามด รูโพรง (GAS POCKET) หรือการหลอมเหลวที่ไม่สมบูรณ์ หลังจากการเชื่อมเสร็จแต่ละครั้ง จะต้องเคาะซีเชื่อมออกเพื่อตรวจความเรียบร้อยถูกต้องเสียก่อนที่จะทำการเชื่อมหรือทาสีต่อไป

7.4.3 การยึดด้วยน็อต (BOLT & NUT)

การเจาะรูสำหรับใส่น็อต จะต้องทำด้วยความประณีต มีขนาดถูกต้องตามแบบ และทาด้วยสีกันสนิม น็อตที่ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยม พร้อมแหวนรองก่อนสวมใส่ตัวน็อต จะต้องจัดให้รูอยู่ตรงกันดีเสียก่อน เพื่อให้สามารถสอดใส่ตัวน็อตได้โดยสะดวก และห้ามใช้ฆ้อนเคาะตัวน็อต

7.4.4 การประกอบในโรงงาน

การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของงานเหล็กที่กระทำในโรงงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐานโรงงาน โดยทั่วไป สำหรับงานชนิดนั้นๆ โดยต้องคำนึงถึงลักษณะ และหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ให้มีความละเอียดถูกต้อง เพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานภายนอก ชิ้นส่วนของงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ก่อนจะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน จึงจะนำไปดำเนินการในขั้นต่อไปได้

7.4.5 การติดตั้ง

งานถึงเหล็กลดแรงดัน และงานเหล็กชนิดอื่นๆ จะต้องประกอบติดตั้ง ให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การติด การเชื่อม การกลึง และการเจาะรู ฯลฯ ตลอดจนการประกอบงานถึงเหล็กลดแรงดัน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์อย่างดีมาดำเนินการให้ได้คุณภาพของงานที่ดีตามความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

งานเหล็กบันไดลิง ราวบันได ตะแกรงกันสวะ และงานเหล็กอื่นๆ ก่อนนำมาทำการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ถึงความเรียบร้อยไม่มีความเสียหาย เนื่องจากการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตก หรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจะต้องได้รับการซ่อมแซมให้เรียบร้อยเสียก่อน

การติดตั้งจะต้องทำด้วยความประณีตชิ้นส่วนซึ่งต้องเคลื่อนไหวยจะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวังทำการปรับให้เคลื่อนไหวยได้สะดวก ให้สัมพันธ์กับลักษณะหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้งงานเหล็กให้ถูกต้องตามแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดชิ้นส่วน และให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่เคลื่อนไหวย และทำการทดลองปิด - เปิด ตลอดทำการปรับแต่งให้สามารถ ปิด - เปิด ได้สะดวกและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.4.6 งานทาสี

(1) ทัวไป

ใช้กับงานทาสีเหล็กทุกประเภท ทั้งในส่วนที่จมน้ำ เปียกน้ำ หรือตากแดด ตากฝน ตามแบบที่กำหนด แต่ไม่รวมถึงงานทาสีเหล็กซึ่งจะกล่าวไว้ในบทที่ 11 และงานโลหะที่อาบสังกะสี หรือ โลหะที่ไม่เป็นสนิม เช่น เหล็กไร้สนิม (STAINLESS STEEL) ทองเหลือง (BRONZE) หรือส่วนที่ฝังในคอนกรีต

งานทาสีเหล็กจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คืองานเหล็กที่จมน้ำ เช่น ตะแกรงกันสวะ งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ และงานเหล็กหล่อทั่วไป

สีที่ใช้เหล่านี้จะต้องเป็นสีที่ดี ผลิตโดยมีคุณภาพจากโรงงานในประเทศไทย ภาชนะบรรจุจะต้องปิดผนึกจากโรงงาน โดยมีตราและรายละเอียดจากโรงงานอย่างพร้อมมูล โดยไม่ถูกเปิดมาก่อน ก่อนนำสีแต่ละชนิดมาใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติของสีแต่ละชนิดจากโรงงานผู้ผลิตต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติให้ตรงตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดทางด้านเทคนิคหรือแบบก่อสร้าง

(2) การเตรียมผิวโลหะก่อนทาสี

ผิวโลหะก่อนทาสี จะต้องทำการพ่นด้วยทราย (SAND BLAST) หรือขัดด้วยแปรงลวดขัดด้วยด้ามมอเตอร์ไฟฟ้า จนได้ตามมาตรฐานของ SWEDISH STANDARD SIS 055900 ดังต่อไปนี้ งานเหล็กจมน้ำตามมาตรฐาน SA 2.5 งานเหล็กที่สัมผัสอากาศตามมาตรฐาน ST3 ส่วนงานเหล็กให้ทำความสะอาด ผิวเหล็กให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมันหรือสิ่งสกปรกต่างๆ

อนึ่ง ทรายหรือวัสดุที่ใช้พ่น (SAND BLAST) ต้องมีส่วนขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 16 ได้ทั้งหมด และค้างบนตะแกรงเบอร์ 50 ได้ไม่น้อยกว่า 85% ตามมาตรฐาน ASTM 2200

(3) ชนิดของสีและวัสดุรองพื้น (COATING AND PRIMER)

(ก) งานเหล็กจมน้ำ

งานเหล็กซึ่งต้องแช่อยู่ในน้ำหรือจะต้องได้รับความชื้นสูง จะต้องเคลือบด้วยสีชนิด HIGH BUILD COAL TAR EPOXY 3 ชั้น ชั้นแรกหนาไม่น้อยกว่า 0.05 มม. ชั้นที่สองหนาไม่น้อยกว่า 0.15 มม. และชั้นที่สามหนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม. การเคลือบสีทั้งสามชั้น จะต้องกระทำจากโรงงาน ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงานซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือติดตั้งจะต้องเคลือบสีลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

(ข) งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ

งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ จะต้องทาสีรองพื้นจากโรงงาน ด้วยสี ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาไม่น้อยกว่า 0.03 มม. 1 ชั้น ชั้นที่สองทาสีด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER หนาน้อยกว่า 0.07 มม. ชั้นที่สามและชั้นที่สี่ ให้ทาสีด้วย CHLORINATED RUBBER BASED FINISH อีก 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.035 มม. งานทาสีชั้นที่สองถึงชั้นที่สี่ อาจกระทำมาจากโรงงานหรือที่โครงการก็ได้

(ค) งานเหล็กหล่อ

งานเหล็กหล่อ จะต้องเคลือบด้วยสี EPOXY TAR PAINT 3 ชั้น แต่ละชั้นหนา ไม่น้อยกว่า 0.05 มม. การเคลือบสีทั้งสามชั้น จะต้องกระทำจากโรงงาน ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงานซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือติดตั้งจะต้องเคลือบสีลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

(4) วิธีการทาสี

กระทำในวันที่ได้ทำความสะอาดพื้นที่ผิวเสร็จเรียบร้อยแล้ว พื้นที่ที่จะทาจะต้องแห้งสนิท ปราศจากความชื้น

การทาในชั้นแรก จะทาด้วยแปรง สำหรับในชั้นต่อไป อาจจะใช้วิธีพ่นหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

การทาสี ควรทำในวันที่มีอากาศแจ่มใสมีแดดดี ไม่มีดคริม หรือฝนตก การทาสีจะต้องทาติดต่อกันโดยตลอดในชั้นหนึ่งๆ ให้เรียบด้วยความหนาที่สม่ำเสมอโดยตลอด และต้องทิ้งสีในชั้นแรกนี้ให้แห้งสนิท จึงจะสามารถทาสีในชั้นต่อไปได้

ก่อนที่จะทาสีในชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมแซมการทาสีในชั้นแรก เช่น รอยเอี่ยมของสี การขีดข่วน ตลอดจนทำความสะอาดฝุ่นละออง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในภายหลังการทาสีครั้งแรกให้เรียบรอยเสียก่อน

งานทาสีในระยะต่างๆ ตามขั้นตอนของงานทาสีจะต้องจัดทำโดยผู้ชำนาญงานในด้านนี้ และจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกระยะขั้นตอนเช่นกัน

งานทาสีแต่ละชั้น ต้องทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบอาจใช้แปรงทาสีหรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

7.5 งานอุปกรณ์ชลศาสตร์

7.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดหาและติดตั้งพร้อมทดสอบงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ ประกอบด้วย

1) ประตูน้ำ Gate Valve พร้อม By Pass Pipe พร้อมอุปกรณ์ครบชุด และระบบควบคุมการเปิด-ปิด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของประตูน้ำ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

2) ลิ้นระบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve) พร้อมอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

3) บานระบาย (Sluice Gate) พร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของบานระบายให้เป็นไปตามข้อกำหนด

4) บานระบายทราย (Sand Sluice Gate) พร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของบานระบายให้เป็นไปตามข้อกำหนด

5) Manhole พร้อมอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายงานการออกแบบและแบบก่อสร้างฉบับสมบูรณ์ (Shop Drawing) สำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการอนุมัติภายใน 90 วัน ก่อนเริ่มการประกอบ

Shop Drawings จะต้องแสดงตำแหน่งการเชื่อมในสนามและการทาสีที่จำเป็นสำหรับงานประกอบและติดตั้ง

สัญญาจ้างจะสมบูรณ์ได้ต่อเมื่อ ผู้รับจ้างส่งมอบแบบกระดาดไขต้นฉบับ 1 ชุด และสำเนาพิมพ์เขียว 5 ชุด สำหรับแบบรูปที่ใช้ในงานก่อสร้าง และรายการคำนวณการออกแบบที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติแล้ว

7.5.2 มาตรฐาน

วัสดุทุกชิ้น อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนด ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

วัสดุที่ใช้ทั้งหมดจะต้องใหม่และสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ เช่น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความคงทน และความเหมาะสมสำหรับการใช้งานและดีที่สุดในการปฏิบัติด้านวิศวกรรม และจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASTM หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

วัสดุ ชิ้นส่วน องค์ประกอบ และอุปกรณ์ ที่ผู้รับจ้างไม่ผลิตเอง และจำเป็นต้องใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ ผู้รับจ้างจะต้องซื้อจากผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับ

7.5.3 มาตรฐานคุณภาพวัสดุ

วัสดุ	มาตรฐาน
(1) เหล็กกล้าโครงสร้าง	-ASTM A36 "Specification for Structural Steel"
(2) เหล็กกล้าโครงสร้างกำลังสูง	-ASTM A242 "Specification for High Strength Low Alloy Structural Steel"
(3) แผ่นเหล็กกล้าต้านทานการกัดกร่อน สำหรับหุ้มทาบ	-ASTM A264, Type 304, Single Clad, 20%
(4) เหล็กเหนียวต้านทานการกัดกร่อน (ใช้งานทั่วไป)	-ASTM A276, Type 304 or 316
(5) เหล็กกล้าตีอัดขึ้นรูป สำหรับกระบอกสูบเครื่องยกบาน และใช้งานทั่วไป	-ASTM A235
(6) เหล็กกล้าตีอัดขึ้นรูป สำหรับหน้าแปลนหรือหน้างานของกระบอกสูบเครื่องยกบาน	-ASTM A105, Grade 1
(7) เหล็กกล้าหล่อ	-ASTM A27, Grade 65-35. Shells for hoist cylinders, if cast, shall be made of centrifugally cast steel with a carbon content of not more than 0.30 percent. -ASTM A48, Class 30
(8) เหล็กหล่อสำหรับกรณีทั่วไป	-ASTM A307
(9) สลักเกลียวเหล็กเหนียวพร้อมน็อตและแหวนรอง	-ASTM A325

(10) สลักเกลียวรับแรงดึงสูงพร้อมน็อต และแหวนรอง	-Neoprene หรือ เทียบเท่า
(11) ปะเก็นต่าง ๆ	-ASTM B103, Alloy 510
(12) แผ่นทองเหลืองสำหรับ Seal Seats	-ยางสำหรับกันรั่ว ซีมจะต้องประกอบจากยางธรรมชาติ
(13) ยางกันน้ำซีม	หรือส่วนประกอบยางสังเคราะห์ และจะต้องเป็นไปตาม
	มาตรฐาน ASTM D735 ชั้น R630 BLZ การรับน้ำหนัก
	เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักและความแข็งแรงเมื่อรับแรง
	ดึง จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของความแข็งแรงเมื่อ
	เริ่มดึง หลังจากทดสอบ 48 ชม. และเป็นไปตาม
	มาตรฐาน ASTM D572
(14) ท่อเหล็ก	-ASTM A53
(15) ข้อต่อ ข้องอ	-ASTM A181

7.5.4 แรงเค้นใช้งาน

เครื่องยกบานจะต้องออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASME และหน่วยของความเค้นจะต้องไม่เกินแรงเค้นที่ยอมให้ตามมาตรฐานนี้

ความเค้นที่เกิดจากแรงดึง และโมเมนต์ดัดสำหรับเหล็กโครงสร้างรูปพรรณจะต้องไม่เกิน 1,200 กก./ตร.ซม. ความเค้นนอกจากนี้จะต้องคำนวณเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเค้นที่ยอมให้ในหัวข้อ 1.5 ถึง 1.10 ตามมาตรฐานของ AISC ในหัวข้อ "Specification for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel in Buildings"

สำหรับการคำนวณความเค้นในสมาชิกของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณหลัก ซึ่งสัมผัสกับน้ำโดยตรง จะต้องลดความหนาที่ใช้ในการคำนวณลง 2 มม. สำหรับการกัดกร่อน

แรงดันกั้นระหว่างแผ่น Bronze กับแผ่นเหล็กไร้สนิมชุบ จะต้องไม่เกิน 70 กก./ตร.ซม.

ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้ทำบานประตู จะต้องไม่น้อยกว่า 9 มม. รวมทั้งความหนาเพื่อการกัดกร่อน นอกจากระบุเป็นอย่างอื่น

ความหนาขั้นต่ำที่สุดของแผ่นเหล็กเหนียวที่จะใช้ทำท่อเหล็ก จะต้องไม่น้อยกว่า 10 มม. รวมทั้งความหนาเพื่อการกัดกร่อน

7.6 ฝีมือการผลิต (Workmanship)

7.6.1 ทัวไป

ฝีมือในการผลิตจะต้องได้คุณภาพขั้นหนึ่งเป็นไปตามข้อปฏิบัติในโรงงาน ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกันจะต้องสามารถเปลี่ยนใช้แทนกันได้ ผู้รับจ้างจะต้องดูแลเป็นพิเศษในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยไม่เป็นผลเสียต่อความแข็งแรง และการประกอบแน่นน้ำไม่รั่วของประตูทางน้ำ และฝายครอบบาน (Bonnet)

7.6.2 การเชื่อมไฟฟ้า

ชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องตัดให้ได้ขนาดเที่ยงตรง การลบ มุมที่ขอบ การตัดด้วยเปลวก๊าซ และการกลึงให้เหมาะสมถูกต้องกับลักษณะการเชื่อม เพื่อให้โลหะประสานได้สนิท ที่ผิวของโลหะและขอบที่จะเชื่อมประสานจะต้องปราศจากสนิม น้ำมันและวัตถุไม่พึงประสงค์อื่น ๆ

วิธีการเชื่อม รูปลักษณะของรอยเชื่อม คุณภาพของแนวเชื่อม และวิธีแก้ไขงานเชื่อมที่ใช้ไม่ได้จะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของ AWS บทที่ 6 “Workmanship and Technique” เรื่อง “Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridge Design Construction and Repair”

กระบอกเครื่องยกบานที่เชื่อมแล้ว จะต้องทำการคลายความเค้น และการเชื่อมกระบอกในแนวยาว จะต้องทำการฉายรังสีตลอดแนว โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง รอยเชื่อมต่อทั้งหมดที่จะต้องจมอยู่ในน้ำ จะต้องสามารถป้องกันการกัดกร่อนตลอดเวลา

ผู้ที่ได้รับมอบให้ทำการเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพ และมีคุณสมบัติตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน AWS “Standard Qualification Procedure”

7.6.3 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น การออกแบบและการประกอบเหล็กรูปพรรณ จะต้องเป็นไปตามวิธีของมาตรฐาน AISC ในหัวข้อ “Specifications for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel in Buildings” และ “Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges”

7.6.4 เหล็กหล่อ

การฉายรังสีหรือการทดสอบที่คล้ายคลึงกันของเหล็กหล่อไม่จำเป็นต้องกระทำการอบอ่อน (Annealing) สำหรับเหล็กหล่อหลัก ซึ่งมีแรงเค้นสูงระหว่างรับแรงสูงสุดจำเป็นต้องกระทำ จะไม่กระทำการ

ซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของการหล่อ ถ้าไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง การเชื่อมจะทำได้โดยผู้เชื่อมที่มีคุณภาพ และจะต้องเป็นไปตามข้อปฏิบัติการเชื่อมที่ดีที่สุด

7.6.5 การขันเกลียว

รูสำหรับสลักเกลียวจะต้องเจาะโดยใช้เครื่องมือกล โดยมีตำแหน่งที่แน่นอนไม่มีการผิดแนวหรือรูลาดเอียง จะต้องไม่มีรอยร้าวหรือรอยบิดเกลียว เส้นผ่าศูนย์กลางของรูเจาะสำหรับสลักเกลียว จะต้องเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุของสลักเกลียวบวกกับ 1.5 มม. และสำหรับสลักเกลียวรับแรงดึงสูง ที่มีขนาดมากกว่า 20 มม. ขนาดของรูเจาะจะเท่ากับขนาดของสลักเกลียวบวกกับ 2.5 มม.

ผู้รับจ้างอาจใช้สลักเกลียวในการยึดตัวโครงสร้างกับอุปกรณ์ประกอบ ยกเว้นแผ่นเหล็กตัวบาน (Skin Plate) อย่างไรก็ตาม สลักเกลียวรับแรงดึงสูงจะต้องใช้ในการยึดระหว่างรอยต่อกับตัวโครงสร้าง เพื่อส่งผ่านแรงเค้น

Torque Wrenches จะใช้ในการขันสลักเกลียวรับแรงดึงสูง

7.6.6 การทาสีเคลือบผิว

ก่อนที่จะทำการทาสี ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแผนการทาสีอันประกอบไปด้วยสี คุณภาพของสี เวลา และวิธีการทาสีให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนที่จะทำงาน

ส่วนประกอบต่างๆ ก่อนทาสีจะต้องทำให้สะอาดปราศจากสนิม น้ำมัน ผุ่น ปูน และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ โดยการพ่นทราย หรือพ่นด้วยเม็ดโลหะให้ได้ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10

ส่วนที่ห่างจากรอยเชื่อม 15 ซม. ที่ทิ้งไว้รอการเชื่อมในสนาม จะต้องทำการทาสี หลังจากที่มีการเชื่อมในสนามเสร็จแล้ว

ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงาน ซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือการติดตั้งจะต้องทาสีด้วยลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้ โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

สำหรับส่วนประกอบที่เป็นเหล็กไร้สนิมหรือทองเหลืองหล่อไม่จำเป็นต้องทาสี

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพื้นที่ผิวเหล็กโดยวิธีพ่นทรายหรือพ่นด้วยเม็ดโลหะให้ได้ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10 ก่อนรองพื้น การเคลือบสีบาน Gate Frame และส่วนภายในของ Y- Branch Conduit สีรองพื้นกำหนดให้ใช้ Mastic Epoxy Primer (Aluminum) หนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม. สีเคลือบกำหนดให้ใช้ Mastic Epoxy (Color) หนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม.

7.7 Manhole

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Manhole ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างพร้อมติดตั้ง ประตูระบายอากาศ เพื่อเป็นช่องทางสำหรับการบำรุงรักษาระบบท่อให้สามารถใช้งานได้ หรือดำเนินการตาม รายละเอียดที่ระบุในแบบ

ภายหลังการติดตั้งแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งคู่มือการบำรุงรักษา ให้ผู้ว่าจ้าง จำนวน 1 ชุด และส่งใบ รับประกันอุปกรณ์ซึ่งระบุระยะเวลาประกัน 2 ปี ถัดจากวันที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างรับมอบงานงวด สุดท้าย

วัสดุที่ใช้เป็นชนิดเดียวกับท่อเหล็ก การผลิตและติดตั้งเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดในหมวดนี้

7.8 งานบานระบายและเครื่องก้วาน

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างทำการผลิตและจัดหาอุปกรณ์และติดตั้ง บานระบาย และ เครื่องก้วานของอาคารฝาย (Weir) ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องผลิตบานระบาย และเครื่องก้วาน พร้อมจัดหาอุปกรณ์และติดตั้งให้ได้ตามแบบที่กำหนด ถูกต้องตรงตามมาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง และอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เมื่อการติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องทำการทดลอง ปิด-เปิด เพื่อทดสอบสภาพการใช้งาน การรั่วซึมตามข้างบาน ถ้ามีความคลาดเคลื่อนหรือบกพร่อง จะต้องทำการแก้ไขและปรับแก้ให้ถูกต้อง สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามความ ประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

เนื่องจากแบบมาตรฐานบางแบบ ผู้รับจ้างไม่อาจหาซื้อเหล็กรูปพรรณที่กำหนดไว้ในแบบได้ ผู้รับจ้างอาจ เปลี่ยนใช้เหล็กรูปพรรณที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบันได้ ถ้าหากเหล็กรูปพรรณนั้นมีลักษณะและคุณสมบัติ เทียบเท่าและเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. หรือ มาตรฐานต่างประเทศที่เชื่อถือได้ โดยขออนุมัติจากวิศวกรควบคุม การก่อสร้างก่อน

เกลียว (Screw threads) และ Gear teeth และอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ ให้เปลี่ยนเป็นไปตามแบบ มาตรฐาน มอก.ได้ ถ้าในแบบกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น โดยคำนึงว่า ความแข็งแรงของชิ้นส่วนนั้นต้องไม่ต่ำกว่าที่ กำหนดไว้ในแบบ

(1) วัสดุที่ใช้ (Materials)

วัสดุต้องเป็นวัสดุใหม่ โดยพิจารณาถึงความแข็งแรง ความเหนียว (Ductility) และความเหมาะสม กับงานวิศวกรรม และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า

วัสดุชิ้นส่วน ส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างไม่ได้ผลิตเอง ผู้รับจ้างต้องซื้อจากผู้ผลิตที่มี ชื่อเสียงเชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานราชการ

วัสดุที่จะนำมาสร้างและประกอบเป็นบานระบายและเครื่องก้วานจะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน วัสดุแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ข้างต้น

(2) การควบคุมการผลิต

(ก) ชิ้นงานจะต้องเป็นฝีมือคุณภาพชั้นหนึ่ง มีความเรียบร้อย ถูกต้องตามมาตรฐานงานช่าง ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกันจะต้องสามารถสับเปลี่ยนแทนกันได้

(ข) วัสดุที่จะใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เรียบรอยไม่คดหรือโค้งงอหรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความประณีตละเอียด ถูกต้องตามแบบ การตั้งมุมจะต้องเป็นมุมฉากโดยแท้จริง ระยะต่าง ๆ ในการตัดหรือเจาะรูต้องใกล้เคียงหรืออยู่ในพิสัยที่ยอมรับได้ (Tolerance) ความไม่เรียบรอยอันเกิดจากการตัดหรือเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบรอย การเจาะรูเพื่อฝัง Bolt ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และมีความละเอียดถูกต้องเพื่อสามารถใส่ Bolt ได้โดยสะดวก

เหล็กหล่อจะต้องไม่มีรอยแตกร้าว ถ้ามีรอยแตกร้าว ก่อนจะทำการเชื่อมแซมต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน

(ค) การเชื่อมต้องเป็นการเชื่อมด้วยอาร์คไฟฟ้า ชิ้นส่วนที่ถูกเชื่อมประสานกันด้วยการเชื่อมต้องตัดให้ได้ขนาดถูกต้องโดยเครื่องตัดเหล็ก หรือ ตัดโดยเปลวไฟ เพื่อให้เหมาะสมตามชนิดของการเชื่อม เพื่อให้โลหะหลอมละลายลึก ผิวและขอบของโลหะที่เชื่อมต้องปราศจาก สนิม ไขมัน และสิ่งสกปรกอื่น ๆ

วิธีการเชื่อม รูปลักษณะรอยเชื่อมและคุณภาพของรอยเชื่อม และวิธีแก้ไขงานเชื่อมที่ชำรุดเสียหายจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของ AWS บทที่ 6 เรื่อง “Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridges Design, Construction and Repair”.

ผลของการเชื่อมที่ถูกต้อง รอยเชื่อมจะต้องสม่ำเสมอและไม่เป็นตามด หรือรูโพรง หรือการหลอมเหลวของลวดเชื่อมและแผ่นเหล็กที่ไม่สมบูรณ์ หลังการเชื่อมแต่ละครั้ง จะต้องเคาะขี้เชื่อมออก เพื่อตรวจสอบความเรียบรอยและความถูกต้องก่อนที่จะทำการทาสีต่อไป

ช่างเชื่อมที่ถูกมอบหมายให้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบ การเชื่อมตามมาตรฐาน AWS “Standard Qualification Procedure”

ในการนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจสั่งให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อม โดยวิธีการไม่ทำลายได้ตามมาตรฐานของ ASME

(ง) การเจาะรูเพื่องานยึดด้วย Bolts ทุก ๆ รูจะต้องทำด้วยความละเอียดถูกต้อง เพื่อความสะดวกในการสอดใส่ตัว Bolts รอยเจาะรูที่ไม่เรียบรอย มีเศษเหล็กติดอยู่ จะต้องขจัดออกไปให้เรียบรอยพื้นที่ที่จะต้องยึดด้วย Bolts จะต้องทาสีกันสนิมไว้เสียก่อน การสอดใส่ตัว Bolts จะต้องทำด้วยความสะดวก ห้ามใช้ค้อนตอกหรือเคาะ Bolts ที่ใช้สำหรับงานนี้ ให้ใช้ชนิดหัวหกเหลี่ยมพร้อมแป้นเกลียว ให้เกลียวมาตรฐาน (Standard Whitworth Thread) และใช้แหวนรอง (Washers) ที่เหมาะสม Bolts และ Nuts ที่ใช้ในการขัน จะต้องแข็งแรงและคงทนเพื่อยึดชิ้นส่วนที่ต้องการให้ติดกัน ปลาย Bolts หลังจากขันแป้นเกลียวแน่นแล้ว จะต้องโผล่ออกมาจากตัวแป้นเกลียวประมาณ 5-10 มม.

(จ) การประกอบชิ้นงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐาน AISC เรื่อง Specification for “Design fabrication and erection of structural steel in building” ผู้รับจ้างต้องยื่นเสนอรายละเอียด Shop Drawings ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการจัดทำ

ชิ้นส่วนที่ประกอบแล้วจะต้องปราศจากการบิด โก่ง งอ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังระยะ (Dimensions) พิกัดความเผื่อ (Tolerances) ระยะช่องว่าง (Clearance) ที่กำหนดไว้ในแบบ ให้ถูกต้อง ก่อนที่จะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

การควบคุมคุณภาพการผลิต จะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกรผู้ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกล หรืออุตสาหกรรมที่ไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร และมีหนังสือรับรองว่า เครื่องก๊วนบาน

ระบายใช้วัสดุผลิตตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง มีขนาดและรูปร่างถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดและให้รับรองการผลิตครั้งนี้เพื่อใช้ในการงานโครงการนี้

(3) การติดตั้ง

บานระบายและเครื่องกว้านจะต้องประกอบและติดตั้งให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบ หรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

Anchor Bolts หรือเหล็กประกอบชนิดอื่นๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการในขณะที่คอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีที่ทำการ Blockout เนื้อคอนกรีตไว้ก่อน ให้ทำความสะอาดในช่อง Blockout และทำให้ชุ่มน้ำ ก่อนทำการ Grout ด้วย Non-Shrink Mortar อย่างน้อย 12 ซม.

บานระบายและเครื่องกว้านก่อนนำมาทำการติดตั้ง จะต้องได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อยจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนว่า ไม่มีความเสียหายเนื่องจากการผลิตและการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตกหรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้น จะต้องได้รับการ ซ่อมแซมหรือปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนนำไปติดตั้ง

(4) การทาสี (Painting)

ผู้รับจ้างต้องยื่นข้อเสนอการทาสี รวมทั้งสี (Color) และคุณภาพของสี เวลาและวิธีการทาสี เพื่อขอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ

ก่อนทาสี ชิ้นงานต้องสะอาด ปราศจากสนิม น้ำมัน ฝุ่นละออง และวัตถุหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ โดยวิธีการพ่นทราย (Sand Blasting) จนผิวสะอาดอยู่ในสภาพ Near White (SSPC-SP10) ก่อน แล้วจึงทาสีรองพื้นด้วย Mastic Epoxy ภายใน 4 ชั่วโมง และทาสีภายหลัง

ให้เว้นระยะทาสี 15 เซนติเมตร จากระยะต่อสำหรับการเชื่อมในสนามแล้วจึงทาสีภายหลังเมื่อทำการเชื่อมในสนามแล้ว

ผิวสีที่ทาที่โรงงานถ้าเกิดเสียหายระหว่างการขนส่ง หรือการติดตั้งจะต้องทาสีใหม่ตามข้อกำหนดไว้ไม่ต้องทาสีบนชิ้นส่วนงานที่ต้องมีการขัดสี งานที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel), Galvanized Steel, โลหะบรอนซ์ (Bronze) เหล็กส่วนที่ฝังในคอนกรีตและส่วนที่มีการสัมผัสเสียดสี

ชิ้นงาน	การเตรียมผิว	การทาสีที่โรงงาน
บานระบาย หรือส่วนต่างๆ ที่จมน้ำทั้งหมดหรือบางส่วน	SSPC - SP10 Near white blast cleaning	ทาสีรองพื้นด้วย Mastic Epoxy Primer (Aluminum) และทาสีด้วยสี Mastic Epoxy (Color) เมื่อสีแห้งครั้งสุดท้ายหนา ไม่น้อยกว่า 0.4 มม.
โครงสร้างและส่วนอื่นที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่ไม่จมน้ำภายในและภายนอกอาคาร	SSPC - SP10 Near white blast Cleaning	ทาสีรองพื้น Zinc-filled Inorganic Silicate Primer 1 ครั้ง ทาสี Polyamide Epoxy 1 ครั้ง มีความหนาเมื่อสีแห้ง ไม่น้อยกว่า 75 micron/ครั้ง

(5) การชุบด้วยสังกะสี (Galvanizing)

การชุบสังกะสีต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ปราศจากฟองอากาศ ผิวเรียบ ความหนาของผิวสังกะสี ไม่น้อยกว่าปริมาณสังกะสี 350 กรัม/ตารางเมตร และทนทานผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM-A153 การชุบสังกะสีกระทำต่อเมื่อชิ้นส่วนนั้นผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(6) การประทับตราบานระบายและเครื่องก้ว้น
บานระบายและเครื่องก้ว้นทุกชิ้น ให้ผู้รับจ้างทำการประทับตราคำว่า “เป็นสมบัติของกรม
พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน” ขนาดตัวหนังสือหรือรูปแบบที่จะใช้ ให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง
เป็นผู้กำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอแนะให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการประทับตรา
ดังกล่าว

7.9 ประตูน้ำ (GATE VALVE)

7.9.1 ลักษณะทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งประตูน้ำ (Gate Valve) ชนิดแหวนรองลิ้นโลหะ (Metal Seated)
ขนาดตามที่ระบุในแบบพร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุด ประตูน้ำจะต้องมีขนาด รูปร่าง และตำแหน่งตามที่
ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบรายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนที่จำเป็น โดยจะต้องเสนอ
แบบรายละเอียดและใบรับรองของบริษัทผู้ผลิต ตลอดจนขั้นตอนของวิธีการดำเนินการต่อคณะกรรมการ
ตรวจการจ้างเพื่ออนุมัติเสียก่อน จึงจะดำเนินการประกอบและติดตั้งได้

ประตูน้ำ (Gate Valve) ดังกล่าวจะต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.256, BS
5150 หรือเทียบเท่า ซึ่งผู้รับจ้างต้องส่งแบบรายละเอียดตลอดจนแคตตาล็อกแสดงรายละเอียดทางเทคนิค
และต้องแจ้งชื่อผู้ผลิตของอุปกรณ์ทุกชิ้นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบก่อน เมื่อได้รับความ
เห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจึงสามารถจัดหาและติดตั้งได้ โดยผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์และผลงานการผลิตมาไม่
น้อยกว่า 10 ปี และมีใบรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 14000

รูปแบบทั่วไปของประตูน้ำ (General Design)

1) ช่องทางน้ำ (Water Way) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่ระบุในแบบ และเมื่อเปิดลิ้นสุด
จะต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของลิ้นขวางกั้นช่องทางน้ำ

2) บริเวณตอนปลายทั้งสองข้างของประตูน้ำเป็นแบบหน้างาน ขนาดของหน้างานและขนาดรูหน้า
งานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7005-2 PN 10 และหน้างานต้องหล่อเป็นชิ้นเดียวกับตัวเรือน

3) ประตูน้ำสำหรับติดตั้งบนดิน เป็นชนิดก้านยก (Rising Stem) หรือ ชนิดก้านไม่ยก
(Non-Rising Stem) ทั้งนี้การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมการใช้งานในอาคารหรือจุดใช้งานนั้นๆ และ
จะต้องจัดส่งพร้อมพวงมาลัย (Handwheel)

4) ทิศทางการหมุนเพื่อเปิดประตูน้ำ ทุกแบบควรเป็นทิศวนเข็มนาฬิกา (Counter-Clockwise)
เมื่อมองจากด้านบน

5) แหวนปากันรุนที่ก้านประตูน้ำ (Stem Thrust Collar) เป็นเนื้อเดียวกันกับก้าน ห้ามมิให้ทำ
แหวนปากันรุนมาพอก หรือเชื่อมต่อกับก้าน

6) ประตูน้ำที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 400 มม.และ ใหญ่กว่า ให้เปิด - ปิด ด้วยเฟืองทด
รอบแบบปิด (Enclosed Gear)

7) ชิ้นส่วนประตูน้ำ รุ่นเดียวกัน และขนาดเดียวกันต้องสามารถใช้ทดแทนกันได้
(Interchangeable)

8) ขนาดมิติหลักของประตูน้ำให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 7.9-1

ตารางที่ 7.9-1 ขนาดมิติหลักของประตูน้ำ

ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดทางน้ำ ผ่านต่ำสุด (มม.)	ตามยาวตัวเรือน (มม.)	ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดทางน้ำ ผ่านต่ำสุด (มม.)	ตามยาวตัว เรือน (มม.)
50	50	178 ± 1	350	350	381 ± 2
65	65	190 ± 1	400	400	406 ± 3
80	80	203 ± 2	450	450	432 ± 3
100	100	229 ± 2	500	500	457 ± 3
125	125	254 ± 2	600	600	508 ± 3
150	150	267 ± 2	700	700	610 ± 4
200	200	292 ± 2	800	800	660 ± 4
250	250	330 ± 2	900	900	711 ± 4
300	300	356 ± 2	1000	1000	811 ± 5

สำหรับประตูน้ำขนาดใหญ่ที่นอกเหนือจากในตารางที่ 7.9-1 ให้ผู้ผลิตที่มีประสบการณ์ในการผลิตประตูน้ำ Gate Valve ขนาดใหญ่ตามขนาดที่ระบุในแบบเป็นผู้เสนอแบบพร้อมรายละเอียดที่กำหนดและเอกสารสำเนาประสบการณ์การผลิตประตูน้ำแบบส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา

7.9.2 การเคลือบผิว

ผิวภายนอกที่เป็นเหล็กหล่อทั้งหมดต้องเคลือบด้วย Coal-tar epoxy ชนิด Non-bleeding ตามมาตรฐาน มอก.727 หรือ Powder Epoxy Resin หรือเทียบเท่า ให้ได้ความหนาผิวเคลือบรวม (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 250 ไมครอน Coal-tar epoxy ชนิด Non-bleeding ที่ใช้เป็นสีเทาดำ (Dark grey) หรือสีฟ้า (Blue) หากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างของผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้

ผิวภายในทั้งหมดที่เป็นเหล็กหล่อต้องเคลือบด้วย Liquid epoxy ชนิด Non-coal tar หรือ Powder Epoxy Resin หรือเทียบเท่า ให้ได้ความหนาผิวเคลือบรวม (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 250 ไมครอน Liquid epoxy ชนิด Non-coal tar หรือ Powder Epoxy Resin ที่ใช้ต้องเป็นสีฟ้า (blue) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนนำมาใช้

7.9.3 การทดสอบการผลิต (Production Testing)

ประตูน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) การทดสอบการใช้งาน (Performance Test) ต้องสามารถเปิด-ปิดใช้งานได้อย่างดี ปราศจากข้อบกพร่อง

2) การทดสอบความดันน้ำ (Hydrostatic Pressure Test)

- การทดสอบตัวเรือน (Shell Test) ประตุน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 20 กก. / ซม.² ในเวลา 2 นาที ที่ตำแหน่งลิ้นเปิดสุด การทดสอบจะต้องไม่มีการรั่วซึมที่ผิวโลหะที่รอยต่อ หรือรอยประกอบที่รับความดัน หรือที่ซีลของแกนประตุน้ำ

- การทดสอบการรั่วซึมผ่านลิ้น (Seat Test, Leakage Test) ลิ้นประตุน้ำต้องสามารถรับความดันขณะลิ้นปิดได้ไม่น้อยกว่า 10 กก. / ซม.² ในเวลา 2 นาที โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านลิ้นและทำการทดสอบทั้งสองด้าน

การทดสอบประตุน้ำโดยเฉพาะประตุน้ำขนาดใหญ่เกิน 1,000 มม. ต้องมีคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้อำนาจเข้าร่วมการทดสอบ ณ ที่โรงงานผู้ผลิต โดยค่าใช้จ่ายในการเข้าตรวจสอบทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง/ผู้ผลิต

7.9.4 ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง (Data to be Furnished)

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งข้อมูลดังต่อไปนี้ให้ผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา

- 1) ใบรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14000
- 2) เอกสารอ้างอิงประสบการณ์ การเป็นผู้ผลิตประตุน้ำ
- 3) แผนผังขบวนการผลิต และตรวจสอบคุณภาพ (Flow Chart of Production, QC & QA Plan)
- 4) แบบแปลน (Shop Drawing) ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้ผลิต และมีวิศวกรซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม (ก.ว.) ระดับสามัญเซ็นชื่อรับรอง โดยแบบแปลนดังกล่าวต้องแสดงขนาดมิติที่สำคัญของประตุน้ำ ส่วนประกอบและวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบตลอดจนมาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) ที่ใช้ เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประตุน้ำ ตามแบบดังกล่าวโดยเคร่งครัด
- 5) คู่มือการติดตั้ง การใช้ และบำรุงรักษาประตุน้ำ

7.9.5 การทำเครื่องหมาย (Markings)

ประตุน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาครอบตัวเรือนหรือตัวเรือนดังนี้

- ชื่อผู้ผลิต หรืออักษรย่อของผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า
- ปีที่ทำการผลิต
- เครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พร้อมเลขที่ของมาตรฐาน
- ขนาดระบุ
- ความดันใช้งานหรือชั้นคุณภาพความดัน
- เลขรุ่น
- จำนวนรอบหมุนปิด-เปิด

อักษรหรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 15 มม. และนูนไม่น้อยกว่า 3 มม.

ที่แป้นประแจขึ้นและพวงมาลัยจะต้องมีเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการ “เปิด หรือ ปิด” หรือทั้งสองอย่างพร้อมตัวหนังสือกำกับเป็นตัวนูน

7.9.6 การบรรจุหีบห่อ (Packing)

ประตูน้ำแต่ละตัวจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในประตูน้ำ โดยการปิดหน้างานทั้งสองด้านด้วยแผ่นสติกเกอร์พลาสติก หรือแผ่นไม้อัด หรือแผ่นๆ วัสดุอื่น

7.9.7 หนังสือรับรองและการรับประกัน (Affidavit of Compliance)

ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองยืนยันว่าประตูน้ำ และวัสดุที่ใช้ในการผลิตประตูน้ำมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้ และประตูน้ำดังกล่าวได้ผ่านการทดสอบต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้

ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองการบริการหลังการขาย หากประตูน้ำมีปัญหาการใช้งาน/ชำรุดหรือเสียหาย จะต้องส่งทีมงานเข้าไปดำเนินการแก้ไขไม่เกิน 3 วันทำการ นับจากวันที่แจ้ง

7.10 ประตูระบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve)

7.10.1 ลักษณะทั่วไป

ประตูระบายอากาศ จะต้องเป็นชนิดใช้งานกับน้ำที่มีคุณสมบัติและคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1368 หรือ JIS B2063 หรือเป็นยี่ห้อที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้รับรองการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้แล้ว ประตูระบายอากาศสามารถจะระบายอากาศออกและเติมอากาศได้โดยอัตโนมัติ ตัวเรือนวาล์วทำด้วยเหล็กหล่อมีผิวเรียบปราศจากรูพรุน รอยร้าวหรือตำหนิ ลูกลอย (Floats) เป็น Stainless Steel มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.75 – 0.80 ปะเก็นยางที่ใช้กับหน้างานทำจากยางที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS 2494 หรือ JIS K6353 class III ความแข็ง Hs 55 – 65 สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับข้อต่อหน้างานทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือเทียบเท่าตามมาตรฐาน มอก.171 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า 4.6 เคลือบด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน และวาล์วจะต้องเป็นชนิดที่ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กก./ตร.ซม.

7.10.2 การทดสอบ

ประตูระบายอากาศต้องทดสอบตามสภาพการใช้งานจริง โดยการเปิดประตูน้ำอย่างช้าๆ จากนั้นอัดอากาศเข้าประตูระบายอากาศอย่างต่อเนื่องที่ละน้อยเพื่อตรวจสอบการระบายอากาศและการทำงานของลูกลอย ทั้งนี้ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน มอก.1368

7.10.3 การทำเครื่องหมาย

- ประตูลูกบิดอากาศทุกตัวจะต้องมีอักษรเป็นเนื้อเดียวกับผิวภายนอกของตัวประตูลูกบิดอากาศดังนี้
- ชื่อหรืออักษรย่อของผู้ผลิตหรือเครื่องหมายการค้า
 - ขนาดระบุ
 - ความดันใช้งาน
 - หมายเลขรุ่น (Lot) และปีที่ผลิต

7.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานถึงเหล็กลดแรงดัน งาน Steel manhole และงานเหล็กอื่นๆ เช่น ช่อง Groove เหล็กบันไดลิง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี งานราวบันได และราวกันตก งานตะแกรงเหล็ก งานเหล็กกลม งานเหล็กแผ่นและเหล็กรูปพรรณอื่นๆ ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัมหรือเหมาจ่ายตามหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการออกแบบ จัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี ค่าทดสอบ และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(2) งานจัดหาและติดตั้ง Gate Valve

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ของ Gate Valve และระบบควบคุม พร้อมทั้งทำการทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะแบ่งจ่ายเป็นงวดเปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด โดยจ่ายให้ดังนี้

(ก) เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบแบบ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของราคางานแต่ละชุด

(ข) เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา และขนย้าย Valve พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ค) เมื่อผู้รับจ้างประกอบติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์เหล่านั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว และคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจรับจะจ่ายให้ 30 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ง) เมื่อผู้รับจ้างทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจรับจะจ่ายให้ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาแต่ละชุด

(3) งานจัดหาและติดตั้งวาล์วชนิดอื่น

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งวาล์วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(4) งานจัดหาและติดตั้งบานระบายและเครื่องก้วน

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ Sluice Gate พร้อมชิ้นส่วนรองบาน อุปกรณ์ประกอบ พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะแบ่งจ่ายเป็นงวดเปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด โดยจ่ายให้ดังนี้

(ก) เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบแบบ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 20% ของราคางานแต่ละรายการ

(ข) เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา และขนย้าย บานพร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50% ของราคางานแต่ละชุด

(ค) เมื่อผู้รับจ้างประกอบติดตั้งบานพร้อมอุปกรณ์ ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จเรียบร้อย และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจรับแล้ว จำนวน 30% ของราคางานแต่ละชุด

(5) งานจัดหาและติดตั้งบานกั้นน้ำ (Stop log)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบ และประกอบบานกั้นน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมชิ้นส่วนรองบาน รวมทั้งระบบยก เป็นต้น พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานเป็นชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(6) งานจัดหาและติดตั้งราวกันตก

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งราวกันตก พร้อมอุปกรณ์ต่างๆตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยเมตร

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละเมตร โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(7) งานจัดหาและติดตั้งบันไดลิง

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งบันไดลิงแล้วเสร็จ พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยกิโลกรัม

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางาน โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

หมวดที่ 8 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

8.1 ทัวไป

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ประกอบด้วย ท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE), ท้องอ (BENDS PIPE) และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จะใช้ในงานก่อสร้างขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดีและมีมาตรฐานเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.2 อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ทุกชนิดก่อนเริ่มดำเนินการจัดซื้อและผลิตจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนดำเนินการ การปฏิบัติงานทุกขั้นตอนของผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสงวนสิทธิ์ที่จะเข้าทำการตรวจสอบและควบคุมการทำงานได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือแก่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเข้าไปตรวจสอบ

ในกรณีที่งานท่อเหล็กไม่ได้แสดงไว้ในแบบผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบก่อนการปฏิบัติงาน

ก่อนการวางอุปกรณ์ท่อเหล็กตามแบบที่โครงการเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการสำรวจวางแผนและระดับให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ขุดดิน และติดตั้งร่องท่อ (TRENCH) ร่องระบายน้ำ, ก่อสร้างฐานรองรับท่อ (CONCRETE PIERS) (ถ้ามี), อาคารยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCKS)

อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องผลิตจากบริษัทซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และแรงดันน้ำในการออกแบบไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ ตารางเซนติเมตร

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอชื่อบริษัท หรือห้างหุ้นส่วน หรือผู้รับจ้างเอง เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กให้กับผู้รับจ้างนำไปใช้งานก่อสร้างมาพร้อมกับยื่นซองประกวดราคาเพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาให้ความเห็นชอบด้วย

8.2 มาตรฐาน (STANDARDS)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการผลิต และการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

ASTM	-	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE

AWWA	-	AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION
API	-	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
AISC	-	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION
AWS	-	AMERICAN WELDING SOCIETY
ISO	-	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
JIS	-	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS
TIS	-	THAI INDUSTRIAL STANDARDS

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่น นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

8.3 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

ท่อเหล็กเหนียวที่นำมาใช้ในโครงการนี้ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.427 ชั้นคุณภาพ PN10 รับแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

8.4 วัสดุ (MATERIALS)

8.4.1 ทั่วไป

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องเป็นเหล็กเหนียว (MILD CARBON STEEL) คุณสมบัติของเหล็กจะต้องมีค่าของจุดล้า (YIELD STRENGTH) ไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม. หรือมาตรฐานของวัสดุที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือในที่นี้วัสดุจะต้องมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งานและจะต้องเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติเสียก่อน

8.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

วัสดุอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ ให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท่ออ	JIS - G3101 Class SS400
EXPANSION JOINTS	ASTM - A36
BOLTS, NUTS, WASHERS	ASTM - A325
ANCHOR BOLTS	ASTM - 307 GRADE B
	ASTM - A36
SADDLE	ASTM - A36
STRUCTURAL FRAME	ASTM - A36

PLATES, BARS

ASTM - A36

AIR VENT STEEL PIPE

TIS277 - TYPE 3

8.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ได้ทราบถึงสถานที่หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้างพร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุภายในเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อยืนยันว่าวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

8.5.1 การม้วนท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนแผ่นคลีของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้ข้อนทุบ ในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการมาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

8.5.2 การเชื่อม

การเชื่อมจะต้องเชื่อมด้วยวิธี SHIELD METALS ARC WELDING หรือวิธีอื่นที่มีคุณภาพของการเชื่อมดีกว่า หรือเทียบเท่า ซึ่งต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดแสดงการเตรียมตัดของแผ่นเหล็ก ส่วนผสมของลวดเชื่อม, FLUX, ชนิดและขนาดของลวดเชื่อมกระแสไฟฟ้า (CURRENT) และแรงเคลื่อน (VOLTAGE) ในการเชื่อม ความเร็ว (SPEED) ของการเชื่อมเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบเสียก่อนทำการเชื่อมมาตรฐาน และวิธีการเชื่อมให้ใช้ AWS CODE และ ASME "BOILER & PRESSURE VESSEL CODE" เป็นมาตรฐานของงานเชื่อมอุปกรณ์ท่อเหล็ก

ช่างเชื่อมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบและมีใบรับรองจากสถาบัน หรือหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือภายในประเทศ อาทิเช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฯลฯ และในกรณีที่ช่างเชื่อมไม่ได้ทำงานเชื่อมติดต่อกันมานานหรือใบรับรองอายุเกินกว่า 6 เดือน ก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ ช่างเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบใหม่

การเชื่อมตามแนวยาวของท่อเหล็ก (LONGITUDINAL BUTT JOINT WELDING) จะต้องเป็นการเชื่อมแบบ COMPLETE JOINT PENETRATION GROOVE WELD และการเชื่อมต่อปลายท่อเหล็ก (CIRCULAR BUTT JOINT WELDING) เข้าด้วยกันทั้งในโรงงานและที่โครงการจะต้องเป็นการเชื่อมแบบ COMPLETE JOINT PENETRATION GROOVE WELD เช่นกัน ส่วนงานเชื่อมอุปกรณ์ประกอบงานท่อ ซึ่ง

เป็นการเชื่อมแบบ FILLET WELD, BEVEL GROOVE WELD, FLARE-BEVEL GROOVE WELD ขนาดของงานเชื่อมจะต้องทำตามแบบก่อสร้างกำหนดไว้

ขนาดของลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับงานเชื่อมแต่ละแบบ ชนิดลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องเป็น LOW-HYDROGEN ELECTRODE หรือมีคุณสมบัติดีกว่าและเหมาะสมกับโลหะที่ต้องการเชื่อมงานเชื่อมในโรงงานให้ใช้ลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ชนิด E60xx และงานเชื่อมในโครงการให้ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70xx โดยลวดเชื่อมจะต้องเก็บรักษาไว้ในกล่องป้องกันความชื้น การนำลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ออกมาใช้งาน จะต้องนำออกมาใช้ให้พอเหมาะกับการใช้งาน เพื่อไม่ให้ลวดเชื่อมรับความชื้นเกินไป ลวดเชื่อมจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งานว่าแห้งก่อนนำไปใช้งานหรือมีความชื้นไม่เกินกว่ากำหนดของผู้ผลิตลวดเชื่อมที่กำหนดไว้ในกรณีที่ลวดเชื่อมเอาออกจากกล่องและทิ้งไว้นานกว่า 3 ชั่วโมง หรือลวดเชื่อมมีความชื้นมากจะต้องนำลวดเชื่อมเข้าเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ 300-400°C เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิของบรรยากาศขณะทำการเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 21°C ห้ามทำการเชื่อมในขณะที่ฝนตกหรือบรรยากาศมีความชื้นจัด นอกจากนี้จะมีวิธีป้องกันที่เหมาะสม

ก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อนไม่ให้มีรอยเปื้อนของสีสนิม คราบน้ำมันและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมดก่อนทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อมและผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรงเพื่อป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปลงลวดขัด SLAG บนผิวดินที่ได้เชื่อมไว้ก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อมควรจัดทำจากโรงงานด้วย AUTOMATIC WELDING MACHINE และพยายามลดงานเชื่อมในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ AUTOMATIC WELDING MACHINE ในโรงงานได้ จะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวางท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการขุดร่องดินให้ลึกและกว้างเพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก หลังจากการตรวจสอบและทดสอบงานเชื่อม เคลือบ และทาสีท่อบริเวณเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบอัดดินให้แน่นตามแบบก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (WELD QUALITY CONTROL) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไป อันเป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

- (1) ผิวนานส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน และอื่นๆ
- (2) ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน
- (3) ถ้าการต่อเป็นแบบที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มม. ขนาดของแนวเชื่อมแบบ FILLET จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย

- (4) ในกรณีที่ต้องการ การ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องการทำให้ได้ อุณหภูมิตามที่กำหนด
- (5) ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้
- (6) จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อม ขนาดลวดเชื่อม ตลอดจนอุณหภูมิในการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง
- (7) แนวเชื่อมยัดใดๆ ที่เกิดแตกร้าวหรือมีจุดบกพร่อง จะต้องเอาออกให้หมดก่อนที่จะเชื่อม แนวเชื่อมจริงทับลงไป
- (8) แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าวหรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมต่อไป
- (9) แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (POROSITY) จำเป็นจะต้องขจัดออก และทำการเชื่อมใหม่
- (10) หลุม (CRATER) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
- (11) จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด MULTIPLE-PASS WELD
- (12) ข้อกำหนดขนาดและความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ ขนาดของแนวเชื่อมจะมีพิสัย (TOLERANCES) เท่ากับ +1.5 มม. ถึง 0.00 มม.
- (13) ความนูนของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ
- (14) การแห้ว (UNDER-CUT) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง
- (15) แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (ROOT OPENING) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าเชื่อมแน่นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม
- (16) แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลก (SLAG) หรือความไม่เรียบร้อย อยู่ภายใน จะต้องเขาสกัดจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลกหรือจุดบกพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้
- (17) การแตกร้าวใต้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย (NON DESTRUCTIVE TESTING) จะต้องเขาสกัด (GOUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่
- (18) งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งที่ราบ ถ้าเป็นไปได้
- (19) ช่างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

8.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะทำการทดสอบประสิทธิภาพรอยเชื่อมในระหว่างที่ทำการผลิต การทดสอบจะประกอบด้วย การทดสอบแรงดึงของรอยเชื่อม (Reduced-suction Tension Test) และการทดสอบการดัดงอของรอยเชื่อม (Guided-bend Test)

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว วิธีทดสอบ การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสินจะถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C200 Sub-section 3.3.5

8.6 การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)

8.6.1 ทัวไป

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการเคลือบและทาสีอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเสนอวิธีการทำความสะอาดผิวของอุปกรณ์ท่อเหล็กก่อนการทาสี ชนิดของสี สารเคลือบ และวิธีการเคลือบ และทาสีให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานให้ความเห็นชอบ และอนุมัติเสียก่อนเริ่มดำเนินการ หมายถึงกำหนดการทำความสะอาดผิวอุปกรณ์ท่อเหล็ก การเคลือบและทาสีจะต้องส่งให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงานเคลือบและทาสี

ก่อนการเคลือบและทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบและการทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในบรรยากาศ และอุณหภูมิขณะทำงานเคลือบและทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ อาทิเช่น โลหะ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศา ความชื้นในบรรยากาศสูงหรือขณะฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องทำการเป่าโลหะด้วยอากาศร้อน หรือความร้อนให้กับชิ้นโลหะนั้นๆ หรือใช้วิธีที่เหมาะสมอื่นๆ การเคลือบและทาสีจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดตุ่มฟองอากาศ สีฟอง เป็นรูพรุน หรือรอยสีย่นบนผิวของสีที่ทา หรือเคลือบไว้

บริเวณ 3 เซนติเมตร ของปลายท่อเหล็กที่จะต้องการเชื่อมต่อในสนามจะไม่มีเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น และถัดไปอีก 12 เซนติเมตร จะต้องทาด้วยสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามเสร็จแล้วจึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 8.6.3 และ 8.6.4

การเคลือบและระยะเวลาระหว่างการเคลือบสีแต่ละชั้น ต้องกระทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบ อาจใช้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

8.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

การทำความสะอาดผิวโลหะที่จะทำการเคลือบ และทาสีควรใช้วิธีพ่นขัดผิวด้วยเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก (SAND OR STEEL GRIT BLASTING) ผิวของโลหะหลังจากการพ่นขัดแล้ว จะต้องไม่มีผิวสีตรง

กับ SWEDISH STANDARD SA 2.5 บริเวณรอยเชื่อมต่อของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่มีรอยขรุขระโผล่มาเหนือผิวท่อ จะต้องทำการขัดด้วยหินขัดให้เรียบเสียก่อน ทำการทาสีรองพื้น ส่วนการซ่อมแซมอาจใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ขัดผิวตรงบริเวณที่ต้องการซ่อมก็ได้ การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อทำความสะอาดผิวโลหะเสร็จแล้ว จะต้องนำโลหะไปทำการเคลือบหรือทาสีทันที

(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (SITE)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบ และทาสีที่โครงการจะเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ท่อเหล็กเชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย หรือหินขัดมอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อม จะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนาของเนื้อเหล็กเชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

8.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก

การเคลือบสีภายในท่อเหล็ก และท่อจะต้องกระทำที่โรงงานตามมาตรฐาน AWWA C210 โดยรองพื้นด้วยสี HIGH BUILD TAR EPOXY 1 ชั้น หนาไม่น้อยกว่า 0.05 มม. ชั้นกลางให้เคลือบด้วย HIGH BUILD COAL TAR EPOXY 1 ชั้น หนาไม่น้อยกว่า 0.15 มม. ชั้นนอกให้เคลือบด้วย HIGH BUILD COAL TAR EPOXY 1 ชั้น หนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม.

8.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ

(1) การเคลือบภายนอก

การเคลือบภายนอกท่อและอุปกรณ์ท่อใต้ดิน ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องได้รับการพ่นทรายเพื่อกำจัดสนิม สะเก็ดสนิมและสิ่งสกปรกอื่นๆ ตามที่กำหนดของ AWWA C203 หลังจากพ่นทรายและทำความสะอาดแล้วผิวภายนอกของท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องทาสีรองพื้น (primer) ทันที น้ำยารองพื้นจะต้องเป็นของผู้ผลิตรายเดียวกับ coal-tar enamels

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องเคลือบภายนอกที่โรงงานและจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดของมาตรฐาน AWWA C203 ดังต่อไปนี้

(ก) Coal tar enamel and bonded double asbestos-felt จะต้องเคลือบเป็นชั้นตามลำดับ ดังนี้

- Primer
- Coal-tar enamel หนา 2.40+0.8 มม.
- พันด้วย Coal-tar-saturated asbestos felt
- Coal-tar enamel หนา 0.8 มม.
- พันด้วย Whitewash หรือพันด้วย Kraft paper หรือ

(ข) Coal-tar enamel. Glass-fiber mat. And bonded asbestos-felt wrap or glass-fiber felt จะต้องเคลือบเป็นชั้นตามลำดับดังนี้

- Primer
- Coal-tar enamel หนา 2.40+0.8 มม.
- พันด้วย Glass-fiber mat
- Coal-tar enamel หนา 0.8 มม.
- พันด้วย Coal-tar-saturated asbestos felt หรือ Glass-fiber felt
- เคลือบด้วย Whitewash หรือ Kraft paper

ในกรณีที่เคลือบชั้นนอกสุดด้วย Glass-fiber felt ผู้ขายหรือผู้รับจ้างผลิตจะต้องแสดงผลงานวางท่อที่เคลือบชั้นนอกสุดด้วย Glass-fiber felt สามารถใช้งานได้อย่างดีเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี

สำหรับโครงการนี้ท่อเหล็กที่ฝังดินรอยต่อของท่อแต่ละท่อนจะใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น เมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จให้ปิดรอยเชื่อมโดยวิธีการเคลือบภายนอกท่อตามวิธีการข้างต้นนี้

(2) ท่อฝังในเนื้อคอนกรีต

ท่อส่วนที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะไม่ทำการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากการเตรียมผิวให้สะอาด ตามข้อ 8.6.2 แต่จะต้องเคลือบสีท่อชนิดเดียวกับส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตเข้ามาในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 15 ซม.

(3) ท่อที่สัมผัสอากาศ

สำหรับท่อที่สัมผัสอากาศ จะต้องรองพื้นชั้นแรกจากโรงงานด้วย ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาอย่างน้อย 0.03 มม. ชั้นกลางให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER 1 ชั้น หนาอย่างน้อย 0.07 มม. ชั้นนอกให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED FINISH 2 ชั้น หนาอย่างน้อยชั้นละ 0.035 มม. การเคลือบสีท่อชั้นกลางและชั้นนอก อาจจะทำจากโรงงาน หรือกระทำที่โครงการก็ได้

(4) สำหรับท่อบางส่วนอยู่ใต้ดินและบางส่วนอยู่เหนือนดิน

การเคลือบและทาสีให้ทำตามข้อ 8.6.4 (1)

8.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมท่อที่โครงการ

ภายหลังจากการเชื่อมต่อท่อที่บริเวณโครงการแล้ว ให้ทำความสะอาดผิวท่อ และรอยเชื่อมให้เรียบร้อยโดยการใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ ตามข้อ 8.6.2 (2) จากนั้นจึงทำการเคลือบสีภายในตามข้อ 8.6.3 และทำการเคลือบสีภายนอก ตามข้อ 8.6.4

8.6.6 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)

ส่วนประกอบต่างๆ ของ PIPE SUPPORTS อาทิเช่น SADDLE, BASE PLATE, FRAME, GUIDE BARS AND ANCHOR BOLTS จะต้องเคลือบด้วยสังกะสี (HOT DIP GALVANIZED) หนาอย่างน้อย 0.15 มม. ก่อนทำ

การ GALVANIZED จะต้องทำความสะอาดวัสดุผิวสีขาวเสียก่อน บริเวณที่ทำการเชื่อมภายหลังทำความสะอาดแนวเชื่อมแล้วให้ทาด้วย GALVANIZED ทับแนวเชื่อมจนมีความหนาอย่างน้อย 0.15 มม.

8.7 การขนส่ง (TRANSPORTATION)

เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็กไปยังที่โครงการก่อสร้าง กำหนดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการขนส่ง วิธีการยกท่อนขึ้นลง เครื่องจักรเครื่องมือการเตรียมการป้องกันอุปกรณ์ท่อเหล็กขณะขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแผนงานเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนดำเนินการ ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดกับอุปกรณ์ท่อเหล็กจากการขนส่ง ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ถึงแม้ว่าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะให้ความเห็นชอบกับแผนงานขนส่งของผู้รับจ้าง

การขนส่ง การยกขึ้นลง (TRANSPORTATION AND HANDLING) ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันและระมัดระวังมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็ก เกิดความเสียหายแตกทำลายได้ โดยเฉพาะสีที่เคลือบภายนอกอุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบท่อชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็กจากโรงงานซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้างจะต้องจัดหาที่วางไว้ที่โครงการ เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อสร้าง อนึ่งการวางท่อนก่อนนำไปก่อสร้างจะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับท่อนให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวจับท่อนควรเป็นสายพานที่มีน้ำหนักเป็นตัวยึดท่อที่ยึด โดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่ง ควรวางบนฐานไม้หนักกว้าง ซึ่งบางเป็นรอยต่อลึกลงไปเนื้อไม้ และยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวได้ขณะขนส่ง ซึ่งอาจใช้ทรายหรือขี้เลื่อยบรรจุลงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อนทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ทันที
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามวางท่อนซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อนก่อนนำไปก่อสร้าง

8.8 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK)

อาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK) จะก่อสร้างบริเวณท่อนงอ (MITER BENDS) หรือตรงบริเวณที่ท่อเปลี่ยนแนวทาง งานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบจะต้องจัดทำตามที่กล่าวไว้ในหมวดที่ 7 ซึ่งผู้รับจ้างอาจเติมหินใหญ่ (DUMP ROCKS) ขนาด 20-30 เซนติเมตร ลงไป แต่ไม่เกิน 40% โดยปริมาตรคอนกรีต โดยให้เติมลงไปให้สม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีตและมีช่องว่างระหว่างรอบหินใหญ่ ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และต้องอยู่ห่างจากเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 10

เซนติเมตรด้วย ก่อนเทคอนกรีตฝังท่อจะ ต้องทำการจับยึดเหนี่ยวให้มั่นคงในแบบหล่อคอนกรีต และตรวจสอบระดับและแนวของปลายท่อทั้งสองข้างให้ถูกต้องตามที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้างเสียก่อนเทคอนกรีตลงในแบบ และเมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องตรวจสอบระดับและแนวท่ออีกครั้งว่าไม่ทรุด บิด เอียง ออกจากแนวท่อที่ต้องการ

8.9 การซ่อมแซม (REPAIRS)

ความผิดพลาด ความบกพร่องของชิ้นงานทั้งหลายที่เกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้าง ซึ่งวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่า พอดีซ่อมแซมแก้ไขได้ ผู้รับจ้างจะต้องรีบซ่อมแซมโดยเร็วจนให้ได้ผลงานเป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น งานเชื่อมจะต้องพยายามจัดทำงานเชื่อมให้มีการซ่อมแซมน้อยที่สุดกรณีที่ขนาดของรอยเชื่อมต้อเล็กกว่าขนาดที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้าง (UNDERCUT) หรือมีจุดบกพร่อง จะต้องทำการซ่อมแซมตามมาตรฐานของ ASME - SECTION VIII PARA. UW-38

ในกรณีที่มีรอยตำหนิบนผิวของอุปกรณ์งานท่อเหล็ก อาทิเช่นรอยขรุขระ รอยร้าว รอยจากการบิบริด หรือรอยเนื่องจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งมีความลึกจากผิวโลหะน้อยกว่า 2 มม. จะต้องทำการซ่อมแซมโดยการขัดรอยตำหนิออกเสียก่อนให้ดี แล้วจึงเชื่อมพอกทับรอยตำหนินั้นๆ แล้วจึงขัดด้วยเครื่องหินขัดให้มีผิวเสมอเรียบกับแผ่นผิวโลหะนั้นๆ

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มม. ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้าหรือออก การขัดควรพึงระมัดระวัง และป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนสูงเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมงานเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

งานซ่อมแซมแก้ไขการเชื่อม แนวเชื่อมเดิมจะต้องถูกเขาสกัดออกจนถึงเนื้อวัสดุ (BASE METAL) เสียก่อนจึงจะสามารถทำการเชื่อมแก้ไขใหม่ได้ เมื่อซ่อมแก้ไขแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธี LIQUID PENETRATION INSPECTION

8.10 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก (INSPECTION AND TESTING)

8.10.1 ทัวไป

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องจัดทำทั้งภายในโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก และที่บริเวณโครงการก่อสร้าง การตรวจสอบการผลิตอุปกรณ์ที่โรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือกับผู้ตรวจสอบงาน (INSPECTOR) จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์

พลังงาน เข้าไปตรวจสอบวัสดุ และการผลิตอุปกรณ์ในโรงงาน ตลอดจนจัดหาเอกสารหรือให้รายละเอียด
ต่างๆ ที่ผู้ตรวจสอบต้องการทราบเกี่ยวกับงานที่เข้าไปทำการตรวจสอบผู้ตรวจสอบงาน มีอำนาจเข้าไปทำ
การตรวจสอบได้ตลอดเวลาที่โรงงานกำลังผลิตอุปกรณ์อยู่

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้น
สามารถใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างเป็น
ผู้ออกเองทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก แสดงกำหนดการและระยะเวลาของการ
ปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของการผลิต ภายในระยะเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างลงนามในสัญญาว่าจ้างงานนี้
แผนงานที่เสนอมาน้อยจะต้องประกอบด้วย แบบที่ใช้สำหรับผลิตอุปกรณ์ (SHOP DRAWINGS) และ
รายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุ การผลิต การเคลือบและทาสี การตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ที่โรงงาน
วิธีการขนส่งอุปกรณ์ถึงโครงการ เครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและขนส่งอุปกรณ์

แผนการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ที่โครงการแสดงหมายกำหนดการ และระยะเวลาของการ
ปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานนี้ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์
พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการเริ่มงานติดตั้งที่โครงการ

แผนงานดังกล่าวข้างต้นนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะพิจารณาเห็นชอบ
หรือไม่ ภายใน 14 วันหลังจากที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

ก่อนเริ่มการผลิตการเคลือบและทาสี การตรวจสอบ-ทดสอบ และการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับ
จ้างจะต้องแจ้งหมายกำหนดการที่แน่นอนของการดำเนินงานขั้นตอนนั้นๆ อีกครั้ง ให้วิศวกรควบคุมการ
ก่อสร้างทราบเป็นการล่วงหน้า อย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะได้เตรียมการเข้า
ร่วมการตรวจสอบ

แบบแปลน (SHOP DRAWINGS) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลน
แผ่นคลีของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็กแบบแปลนการตัดต่อ
ท่อเหล็ก แบบแปลนผลิต EXPANSION JOINTS, ท้องอ (MITER BENDS) ฯลฯ แผนงานและวิธีการ พร้อม
ด้วยชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการตรวจสอบและ
ทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงานก่อนการเชื่อม
และทาสี ชนิดของลวดเชื่อมการเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการ
ก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่ากรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะให้
ความเห็นชอบดังกล่าวแล้ว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการดำเนินงานให้ได้ตามกำหนดของเอกสารนี้

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมีผู้
ตรวจสอบของผู้รับจ้างเอง ร่วมกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บ
รายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจำนวน 2
ชุด ทุกๆ อาทิตย์หรือเร็วกว่านี้

8.10.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันต่ำและสูง ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจตรวจสอบสภาพด้วยสายตา หรือขอคู่มือเอกสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดทำมาใช้งานหรือตรวจชนิดของโลหะด้วยประกายไฟ (SPARK TEST) ด้วยการใช้ล้อหินขัดหมุนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอย่างน้อย 500 ฟุต/นาที่ ขัดผิวโลหะในที่ที่แสงสว่างไม่มากนัก ประกายไฟของเหล็กเหนียว (MILD STEEL) จะเป็นเส้นประกายสีเหลืองยาว บางครั้งมีลักษณะเหมือนส้อม ปลายสุดคล้ายลูกศรนอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้าสงสัยคุณภาพของวัสดุ

(ข) การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และมีมือช่างเชื่อมชนิด และขนาดของลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงาน

(ค) การตรวจสอบวิธีการเตรียมแนวเชื่อมการทำความสะอาดแนวเชื่อม จะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน น้ำ และอื่นๆ การบากขอบปลายสำหรับแนวต่อชนกัน (BUTT) แบบร่องและการเว้นระยะห่างของขอบแนวเชื่อม ส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน การใช้แผ่นโลหะนำมาปะกบด้านหลังของรอยต่อของงานเชื่อมต่อชนกันแบบร่อง

(ง) การตรวจสอบขนาดของการเชื่อมด้วยสายตา และสภาพของแนวเชื่อม อาทิเช่น รอยแตกร้าว การเชื่อมเว้าแหว่งหรือหลุม ความนูนของแนวเชื่อม แนวเชื่อมมี SLAG ผิวยู่

(จ) การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENETRATION INSPECTION) ชนิด DYE PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้นจะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธีทดสอบขั้นแรกให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาให้ทั่ว (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึงใส่น้ำยาแทรกซึมชนิด DYE PENETRANT ลงไปบนผิวของงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ชั่วขณะหนึ่ง ให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าว แล้วจึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANER อีกครั้ง ทิ้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทดีแล้ว ขั้นตอนต่อไปพ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะพบจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

(ฉ) ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นรอบวง ความยาวให้ได้ขนาด ตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.11 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะที่ผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

(ช) ตรวจสอบความสะอาดของผิวอุปกรณ์ท่อทั้งภายนอก และในที่ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่นขัดผิวเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก ให้มีผิวสีของโลหะหลังจากทำความสะอาดแล้วต้องมีผิวสีตรงกับ SWEDISH STANDARD SA 2.5 (มีแผ่นเทียบสีประกอบ)

(ซ) ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้เคลือบและทาสี

- (ณ) ตรวจสอบการเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี
- (ญ) ตรวจสอบความหนาของสีที่ทาเมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 5.6
- (ฉ) ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข
- (ง) ตรวจสอบวิธีการดำเนินงานการขนส่ง
- (จ) ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (MITER BENDS)

8.10.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ

- (1) อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โครงการดังนี้
 - (ก) ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการเป็นการตรวจสอบขนาดของท่อและตรวจสอบผิวท่อที่เคลือบ และทาสีไว้ทั้งภายในและภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่องผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหาใหม่
 - (ข) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อ จากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณบ่อก่อสร้าง โดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย
 - (ค) ตรวจสอบระดับพื้นแนวร่องท่อ และขนาดของร่องท่อ ตลอดจนระดับของ BASE PLATE ให้ได้ขนาดและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - (ง) ตรวจสอบการทำนั่งร้านชั่วคราวรองรับท่อให้มีเพียงพอ สำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของนั่งร้านชั่วคราวด้วย
 - (จ) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อลงในบ่อก่อสร้าง โดยมีให้ท่อเกิดความเสียหาย
 - (ฉ) ตรวจสอบการจับยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง
 - (ช) ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และให้แนวเชื่อมตามยาวท่อแต่ละท่อนสลับกันไม่ต่อเนื่องเป็นแนวเดียวกัน
 - (ซ) ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม
 - (ณ) ตรวจสอบช่องว่างรอยต่อท่อที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ให้มีความห่างเท่ากับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - (ญ) ตรวจสอบโลหะปะกบด้านในของตัวท่อตรงรอยต่อท่อที่จะเชื่อมต่อกัน
 - (ฎ) ตรวจสอบ ขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม
 - (ฏ) ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน
 - (ฐ) ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดแนวเชื่อม ตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที

- (จ) ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึมตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน
- (ฉ) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้น บริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน
- (ณ) ตรวจสอบการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมในสนาม
- (ด) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อภายนอกท่อทั้งหมด ตลอดแนวท่อก่อนทำการเคลือบ และทาสีภายนอกท่อในสนาม สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ

(ต) ตรวจสอบการเคลือบและทาสีท่อเหล็ก ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.6 แต่ละชั้น และตรวจสอบความหนาของสีที่ทาด้วยวิธี PINHOLE TEST

(ถ) ตรวจสอบการรองทราย การบดอัดทรายใต้ท่อ และการถมบดอัดดินฝังท่อจนถึงระดับดินเดิม

(ท) ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท้องอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนว และระดับของปลายท่อทั้งสองข้างของท้องอ ก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ

(2) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันสูง (PENSTOCK) จะต้องทำการทดสอบแรงดันน้ำ (HYDROSTATIC PRESSURE) เพิ่มเติมจากที่กล่าวไว้แล้วในข้อ (1) การทดสอบแรงดันน้ำ ให้กระทำตลอดความยาวของท่อ PENSTOCK จาก SURGE TANK ถึง POWER HOUSE ก่อนทำการทดสอบแรงดันน้ำที่โครงการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธี และแบบการทดสอบให้วิศวกรควบคุม การก่อสร้างได้ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำออกแบบ และคำนวณหาขนาดของแผ่นเหล็ก หรือหัวครอบท่อเหล็ก (BULKHEAD) สำหรับปิดปลายท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ และจะต้องตัดออกภายหลังการเสร็จการทดสอบแล้ว

การทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำต่อเมื่อท่อเหล็ก (PENSTOCK) ได้ติดตั้งและเชื่อมต่อกันเสร็จหมดแล้ว ตลอดความยาวทั้งระบบ ตลอดจน CONCRETE ANCHOR BLOCKS, PIPE SUPPORTS ได้ก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาคารคอนกรีตประกอบงานท่อ PENSTOCK จะต้องมียายุไม่น้อยกว่า 28 วัน อนึ่งในการทดสอบแรงดันน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาและจัดทำการป้องกันความเสียหายจากการทดสอบน้ำซึ่งแรงดันทดสอบสูงกว่าแรงดันของน้ำในการคำนวณออกแบบ อาทิเช่น ทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อเหล็กตามจุดต่างๆ ที่เห็นสมควร หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างต้องการให้จัดทำขึ้น

วิธีทดสอบแรงดันน้ำให้เพิ่มแรงดันน้ำอย่างช้าๆ จนถึงแรงดันของน้ำภายในท่อที่ปลายท่อของจุดต่ำสุดก่อนเข้า POWER HOUSE มีแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Static Head แล้วให้คงแรงดันน้ำทดสอบไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงทำการตรวจสอบรอยรั่วตามตัวท่อเหล็กตลอดแนว ถ้าหากตรวจพบรอยรั่วตามแนวท่อ ผู้รับจ้างจะต้องรีบทำการซ่อมแซมทันที และทำการทดสอบใหม่จนผลการทดสอบเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

เครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการทดสอบแรงดันน้ำในท่อเหล็ก อาทิเช่น เครื่องสูบน้ำ เติม และระบายน้ำออกจากท่อ เครื่องอัดแรงดันน้ำ เครื่องวัดแรงดัน การเสริมป้องกันท่อ โครงสร้างชั่วคราว รับท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ การติดตั้ง การทดสอบแรงดันน้ำ การขนย้าย ตลอดจนการรื้อถอนโครงสร้างชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแรงดันน้ำนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

อนึ่ง ความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบแรงดันน้ำ กับอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

8.10.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ งานทดสอบงานเชื่อม รวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และการซ่อมแซมงานเชื่อม การเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อม ขนาดและชนิดของลวดเชื่อม สภาพอากาศขณะทำการเชื่อมขนาดของร่องเปิด (ROOT OPENING) ของการเชื่อมต่อนกัน ผลการทดสอบด้านน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อม ตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่าง ๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ทุก ๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมงานอีกครั้ง

8.10.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิสัยของความผิดพลาด ในการผลิตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.11 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขและผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดทำใหม่

8.11 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)

- (1) ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อท่อนเดียวกัน วัดที่ปลายทั้งสองข้าง จะต้องผิดไม่มากกว่า 0.25% ของความยาว เส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบ
- (2) ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อ 2 ท่อน ที่จะมาเชื่อมต่อกัน วัดที่ปลายท่อจะต้องผิดไม่มากกว่า 0.10% ของความยาวเส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบ
- (3) ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละท่อน จะต้องไม่มากกว่า 0.05% ของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่กำหนดให้ตามแบบ
- (4) ความคลาดเคลื่อนของการเตรียมแนวเชื่อม จะต้องไม่มากกว่าที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

- (ก) ระยะห่างของการชนต่อแผ่นเหล็ก (ROOT OPENING OF BUTT JOINT) + 1.0 มม.
- (ข) ร่องมุมของการชนต่อแผ่นเหล็ก (GROOVE ANGLE OF BUTT JOINT) +5 DEGREES
- (ค) ความเหลื่อมของแผ่นเหล็กที่นำมาชนกันในแนวราบ (OFFSET OF BUTT JOINT) จะต้องไม่มากกว่า 2 มม.
- (ง) ช่องว่างระหว่างแผ่นเหล็กสองชิ้นนำมาซ้อนทับกัน (LAP JOINT) จะต้องไม่มากกว่า 1 มม. สำหรับการเชื่อมแบบ FILLET WELD
- (จ) ช่องว่างระหว่างชิ้นงานที่นำมาต่อกันทำเป็นมุมฉากหรือเฉียง (T-JOINT OR SHEWED T-JOINTS) ต้องไม่มากกว่า 2 มม. สำหรับการเชื่อมแบบ FILLET WELD และขนาดของเหล็กเชื่อมจะต้องเพิ่มตามขนาดของช่องว่างด้วย
- (ฉ) การเชื่อมของแบบ FILLET มุมของชิ้นงาน ซึ่งนำมาต่อกัน (SHEWED J-JOINT) ด้านมุมป้าน จะต้องไม่เกิน 135 องศา และมุมแหลมจะต้องไม่น้อยกว่า 60 องศา
- (ช) ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้
- (ซ) การเชื่อม FILLET WELD แบบเว้นระยะห่างกัน (INTERMITTENT FILLET WELD) ความยาวของแนวเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อม หรือน้อยกว่า 38 มม.
- (5) ความคลาดเคลื่อนของการติดตั้ง PIPE SUPPORT จุดศูนย์กลางของ SADDLE เบี่ยงเบนออกจากศูนย์กลางของ BASE PLATE ได้ไม่เกิน 10 มม. ช่องว่าง ALIGNMENT GUIDE ไม่เกิน + 0.50 ม.
- (6) ความคลาดเคลื่อนของการผลิตมุมท่อนอ (MITER BEND) ได้ไม่เกิน + 0.50 องศา
- (7) ความยาว EXPANSION JOINT + 5 มม.
- (8) ระยะความยาวระหว่างศูนย์กลาง CONCRETE PIER ผิดได้ไม่เกิน + 10 ซม.
- (9) ความหนาของการเคลือบและทาสีผิดได้ไม่เกิน 5%

หมวดที่ 9 งานท่อพีวีซี (PVC PIPE)

9.1 ทัวไป

ท่อพีวีซีที่ใช้เป็นท่อส่งน้ำของโครงการนี้ จะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยียม ไม่บิดเบี้ยว แดกร้าว มีริ้วรอยขีดข่วน เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต ยาวติดต่อกัน ไม่มีการรั่วซึมบริเวณรอยต่อท่อ และเมื่อนำไปประกอบเข้ากับอุปกรณ์ท่ออื่นๆ จะต้องสามารถเข้ากันได้เป็นอย่างดี ไม่มีการรั่วซึม

9.2 คุณสมบัติของท่อพีวีซี

9.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้วท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องมียุทธสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ชั้นคุณภาพตามที่ระบุไว้ในแบบ

ท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง จะมีปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายธรรมดา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งภายในและภายนอกเท่ากันตลอดความยาว และอีกปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายบานทำหน้าที่เป็นหัวต่อ ทำจากท่อปลายธรรมดา โดยใช้ความร้อนขึ้นรูปเป็นหัวต่อท่อปลายบาน

ท่อต้องมีความยาวท่อนละ 4.00+0.03 เมตร มีลักษณะกลม ตรง มีความหนาสม่ำเสมอ พื้นผิวภายในและภายนอกเรียบ ไม่มีรอยตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน ปลายทั้งสองข้างมีหน้าตัดเรียบและตั้งฉากกับแนวแกนของท่อ

แหวนยางสำหรับใช้กับหัวต่อ (ท่อปลายบาน) ต้องได้รับการออกแบบให้มีรูปร่างเหมาะสมให้สมรรถนะการกันซึมสมบูรณ์สูงสุด คุณสมบัติของยางเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM F477 "Standard Specification for Elastomeric Seal (Gaskets) for Joining Plastic Pipe" หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

9.2.2 ขนาดและมิติ

ขนาดและมิติของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน ตารางที่ 9.1 หรือ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ตารางที่ 9.1 ขนาด และมิติ ของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง

ขนาดท่อ ระบุ	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ภายนอก ของท่อ (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ภายในท่อ ต่ำสุด (min.) (มม.)	ความยาว ช่วงหัวต่อ (ปลายบาน) (มม.)	ความหนาของผนังท่อ ช่วงปลายเรียบ			ความหนาของผนังท่อ ช่วงหัวต่อ		
				PVC 5 (มม.)	PVC 8.5 (มม.)	PVC 13.5 (มม.)	PVC 5 (มม.)	PVC 8.5 (มม.)	PVC 13.5 (มม.)
55	60 ± 0.15	60.40	100	1.8 ± 0.20	2.9 ± 0.25	4.3 ± 0.30	1.45	2.40	3.60
65	76 ± 0.20	76.40	105	2.2 ± 0.20	3.5 ± 0.25	5.4 ± 0.35	1.80	2.95	4.55
80	89 ± 0.20	89.50	110	2.5 ± 0.20	4.1 ± 0.30	6.4 ± 0.40	2.10	3.45	5.40
100	114 ± 0.30	114.50	135	3.2 ± 0.25	5.2 ± 0.35	8.1 ± 0.50	2.70	4.40	6.85
150	165 ± 0.40	165.70	155	4.6 ± 0.30	7.5 ± 0.45	11.7 ± 0.65	3.90	6.35	9.95
200	216 ± 0.50	216.90	170	5.4 ± 0.35	8.8 ± 0.50	13.7 ± 0.75	4.55	7.50	11.70
250	267 ± 0.70	268.10	195	6.6 ± 0.40	10.9 ± 0.60	16.9 ± 0.90	5.60	9.30	14.40
300	318 ± 0.80	319.30	220	7.8 ± 0.45	12.9 ± 0.70	20.1 ± 1.05	6.65	11.00	17.15
350	370 ± 0.90	371.50	235	9.1 ± 0.55	15.0 ± 0.80	23.4 ± 1.20	7.70	12.80	20.00
400	420 ± 1.10	421.70	275	10.3 ± 0.60	17.0 ± 0.90	26.5 ± 1.35	8.75	14.50	22.65
450	470 ± 1.20	471.90	285	11.5 ± 0.65	19.0 ± 1.00	29.7 ± 1.50	9.80	16.20	25.40
500	520 ± 1.30	522.10	300	12.7 ± 0.70	21.0 ± 1.10	32.8 ± 1.65	10.80	17.95	28.05
600	630 ± 1.60	633.80	340	15.3 ± 0.80	25.4 ± 1.30	39.7 ± 2.00	13.05	21.70	33.95

- หมายเหตุ :
1. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ของ L = ± 10%
 2. ขนาดของข้อต่อแหวนยางมีความเหมาะสมเมื่อประกอบกับท่อแล้ว สามารถเปียงเบนเป็นมุมได้ไม่ต่ำกว่า 3 องศา
 3. มิติต่างๆ เป็นมิลลิเมตร นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

9.3 อุปกรณ์ท่อ

อุปกรณ์ท่อพีวีซี เช่น ข้อต่อ ข้อโค้ง ข้อลด สามทาง ท่อสั้นหน้างาน เป็นต้น โดยทั่วไปจะผลิตจากพีวีซี เหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียว สำหรับอุปกรณ์ท่อที่จะนำมาใช้ในโครงการนี้ให้ใช้ผลิตจากวัสดุตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ข้อต่อพีวีซีเชิงชนิดต่อด้วยแหวนยาง ต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่มอก.1131-2535 “มาตรฐานข้อต่อท่อพีวีซีเชิง สำหรับใช้กับท่อรับความดัน” ชั้นคุณภาพ PVC 5 หรือ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

อุปกรณ์ข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับท่อพีวีซี ต้องผลิตตามมาตรฐานของการประปาส่วนนครหลวงและงานของการประปาส่วนภูมิภาค วัสดุที่ใช้เป็นเหล็กหล่อเทาสำหรับใช้กับท่อส่งน้ำชนิดทนความดัน โดยมีคุณสมบัติทางกลดังนี้

- ความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 200 Mpa
- ความแข็งสูงสุด 230 HB
- ผิวเหล็กหล่อภายนอกเคลือบด้วย Non-bleeding Type Coal Epoxy
- ผิวเหล็กหลอด้านในเคลือบด้วย Liquid Epoxy

เหล็กเหนียวที่ใช้ทำอุปกรณ์ท่อต้องมีคุณสมบัติทางกลอย่างน้อยตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

- ASTM A 283, “Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates” Grade C or D
- ASTM A 570, “Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot Rolled Structural Quality” Grade 30, 33, 36, 40, 45 or 50 หรือ
- JIS G 3457 “Arc Welded Carbon Steel Pipe” หรือ
- JIS G 3101, “Hot Rolled Steels for General Structures” Class SS 400

ขนาดและมิติต่างๆ ของอุปกรณ์ท่อให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แบบมิได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบเพื่อขอรับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

9.4 การทดสอบท่อ

ท่อและข้อต่อพีวีซีชนิดต่อด้วยแหวนยาง ต้องผ่านการทดสอบการทนความดันน้ำ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก.17-2532 และ มอก.94-2517

ท่อและอุปกรณ์ท่อพีวีซีเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้ว จะต้องสามารถทนต่อความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความดันใช้งาน (Working Pressure) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที โดยไม่มีการรั่วซึม

9.5 การวางท่อพีวีซี

(1) ข้อกำหนดทั่วไป

- บรรดาท่อพีวีซีและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการวางและติดตั้งทั้งหมด จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- การวางท่อ การประกอบท่อ การติดตั้งข้อต่อท่อ การเตรียมสถานที่ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- ผู้รับจ้างจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับขนาดท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อท่อ
- ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ว่าไม่แตก ร้าว ชำรุดเสียหาย ก่อนนำไปวางในร่องดิน ท่อหรืออุปกรณ์ที่แตกชำรุดห้ามใช้ในการวางท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อพีวีซีพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ประตูน้ำ ประตูระบายอากาศ (ถ้ามี) ข้อลด และข้อโค้ง ฯลฯ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจจะให้ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาการ
- การตัดท่อให้ยาวพอเหมาะแก่ระยะทาง ผู้รับจ้างจะต้องตัดปลายท่อด้วยความระมัดระวังและเรียบร้อย การตัดและแต่งปลายท่อให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- การวางท่อตลอดถนนตามจุดที่กำหนดในแบบ หรือจุดที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนกำหนด ให้เทคอนกรีตเสริมเหล็กหุ้มท่อ หรือใช้ท่อพลาสติกหุ้มท่อ ให้ความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบ ก่อสร้าง หรือ ตามข้อกำหนดของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนน หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง กำหนดให้แล้วแต่กรณี นอกจากนั้นแล้ว ต้องปฏิบัติตามระเบียบของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนน อย่างเคร่งครัด

(2) การขุดดินและการกลบดินตามแนวท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องขุดร่องดินวางท่อให้มีความลึกและกว้างไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ สำหรับการวางท่อและการติดตั้งอุปกรณ์ ให้ดำเนินการตามแบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรม และคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างอย่างเคร่งครัด
- การขุดร่องดินเพื่อวางท่อ จะต้องให้เรียบที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการใช้เครื่องจักรขุด ซึ่งอาจจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือขนาดเล็กในการขุดแต่งให้เรียบ
- การขุดร่องดินในบางกรณี เช่นการขุดดินลึกใกล้กับสิ่งก่อสร้างอื่นๆ หรือการขุดร่องดินบริเวณ ดินอ่อน อาจจะต้องติดตั้งระบบป้องกันดินพังที่มีความปลอดภัยเพียงพอ เช่น เข็มพีดกันดิน (Sheet Pile) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- ดินที่ขุดขึ้นจากร่องดิน ผู้รับจ้างต้องกองไว้ข้างร่องดิน โดยมีระยะห่างร่องดินพอสมควร ซึ่งดิน จะไม่ร่วงหล่นลงในร่องดินได้ และไม่เป็นที่กีดขวางทางจราจร

(3) การประกอบและวางท่อ

- ก่อนทำการวางท่อ ผู้รับจ้างจะต้องกำจัดของแข็งต่างๆ เช่น หิน อิฐ และรากไม้ เป็นต้น ออกให้ หมด แล้วทำการปรับพื้นร่องดินให้แน่นและมีผิวหน้าเรียบตลอดความยาวของท่อ การทำ ฐานรองรับท่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในกรณีต่างๆ ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน แบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรม และคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- หากจำเป็นจะต้องตัดท่อพีวีซี ให้ตัดโดยใช้ใบเลื่อยที่มีฟันละเอียด การตัดจะต้องให้แนวท่อที่ตัด ทำมุมฉากกับแกนท่อ หลังจากตัดท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องตกแต่งผิวที่ตัดให้เรียบ โดยใช้ ตะไบแต่งปลายท่อเป็นมุมเอียงประมาณ 15 องศา นับจาก 1/2 ของความหนาท่อ
- ให้ทำความสะอาดผิวภายในด้านปากกระบังบริเวณที่จะใส่แหวนยางและผิวด้านนอกของท่อด้าน ที่จะสวมโดยใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำเช็ดแล้วปล่อยให้แห้ง เมื่อแห้งสะอาดดีแล้วให้ใส่แหวนยางเข้าไป โดยบีบแหวนยางให้เป็นรูปหัวใจและจัดแหวนยางให้เข้าร่องเรียบร้อย หลังจากนั้นให้ทาน้ำยาหล่อลื่น (Pipe Lube) บริเวณปลายท่อด้านที่จะสวมเข้ากับแหวนยาง แล้วทำการดันท่อเข้า ด้วยกันโดยใช้เครื่องมือช่วยเช่น เครื่องดึง (Puller) หรือคานงัดปลายท่อ (Lever) แต่ถ้าเป็นท่อ ขนาดเล็กกว่า 200 มิลลิเมตร อาจจะต่อโดยใช้เครื่องมือช่วยก็ได้
- หลังจากเชื่อมต่อท่อแล้ว จะต้องตรวจสอบว่าแหวนยางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ โดยการใช้ แผ่นโลหะบางๆ (Check Plate) เสียบเข้าไปโดยรอบท่อ ซึ่งระยะของแผ่นโลหะที่เสียบเข้าชน ขอบแหวนยางในแต่ละครั้งควรจะได้ระยะเท่ากันหรือใกล้เคียงกันทุกครั้ง

- หลังจากเสร็จสิ้นงานต่อท่อในแต่ละวัน ควรหาวัสดุมาหุ้มท่อปิดปลายท่อด้านที่เปิดไว้ เพื่อป้องกันมิให้น้ำ ดิน ฝุ่นละออง เศษขยะ หรือสัตว์ต่างๆ เล็ดลอดเข้าไปในท่อซึ่งได้วางไว้แล้ว
- ก่อนทำการกลบดินต้องทำการตรวจสอบความดันน้ำตามข้อ 9.4

(4) แนวท่อและระดับของท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอ โดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้นหรือกดท่อลงโดยกระทันหัน
- การวางท่อต้องให้ได้แนวตรง สำหรับการเปียงเบนแนวท่อสำหรับข้อต่อแบบต่างๆ อาจจะกระทำได้แต่ต้องไม่เกินข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้
- แม้ว่าท่อพีวีซีจะมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี แต่เมื่อต้องการจะเปลี่ยนทิศทางของท่อ ควรใช้ข้องอแบบต่างๆ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดงอท่อเป็นอันขาด
- การวางท่อที่ขนานกัน ห้ามวางซ้อนกัน และให้วางห่างจากท่อข้างเคียงให้มากที่สุดตามสภาพพื้นที่นั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ให้ผู้รับจ้างทำความสะอาดกับคู่อ้างในอันที่จะแก้ไขดัดแปลงหรือย้ายแนวท่อไปวางในที่ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดี

(5) การกลบดินตามแนวท่อ

- เมื่อได้ทดลองความดันน้ำแล้ว โดยไม่ปรากฏมีรอยรั่วและท่อไม่แตกหรือชำรุด จึงจะทำการกลบดินให้เรียบร้อย ดินที่เหลือให้เฉลี่ยพูนไว้บนร่องดินทั้งหมด หรือนำไปกองไว้ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้ ขยะหรือมูลฝอยต่างๆ ห้ามใช้ในการกลบร่องดิน
- ในการกลบดิน ผู้รับจ้างจะต้องอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่น และระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้แล้ว

9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานท่อพีวีซี วัดปริมาณเป็นหน่วยความยาวเมตร ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อถึงสถานที่ก่อสร้างแล้ว และ 40% ของราคาต่อหน่วยเมื่อติดตั้งและทดสอบท่อแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้ง และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(2) งานข้อต่อ/ข้องอพีวีซี (ถ้ามี) วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือท่อนตามที่กำหนดในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อถึงสถานที่ก่อสร้างแล้ว และ 40% ของราคาต่อหน่วยเมื่อติดตั้งและทดสอบชิ้นงานแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาชิ้นงาน ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้ง และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(3) งานข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับท่อพีวีซี เช่น ข้อต่อ Gibault, รัตแยกเหล็กสำเร็จรูป และอุปกรณ์เหล็กหล่ออื่นๆ วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดตามที่กำหนดในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อถึงสถานที่ก่อสร้างแล้ว และ 40% ของราคาต่อหน่วยเมื่อติดตั้งและทดสอบชิ้นงานแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาชิ้นงาน ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้ง และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ